

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

10/536456

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2004年6月10日 (10.06.2004)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2004/049505 A1

(51) 国際特許分類: H01Q 9/38, 1/38, 9/28, 9/18, 1/40, 1/24

(21) 国際出願番号: PC71JP2(003/008919)

(22) 国際出願日: 2003年7月14日 (14.07.2003)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2002-343290
2002年11月27日 (27.11.2002) JP
特願 2003-56740
2003年3月4日 (04.03.2003) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 太陽誘電株式会社 (TAIYOYUDEN CO., LTD.) [JP/JP]; 〒110-0005 東京都台東区上野6丁目16番20号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 岡戸 広則

(OKADO, Hironori) [JP/JP]; 〒110-0005 東京都台東区上野6丁目16番20号 太陽誘電株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 原田 一男 (HARADA, Kazuo); 〒220-0005 神奈川県横浜市西区南幸二丁目18番8号 西沢ビル 5階 Kanagawa (JP).

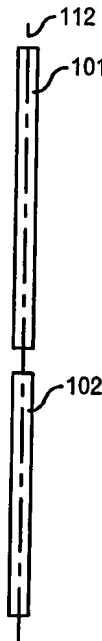
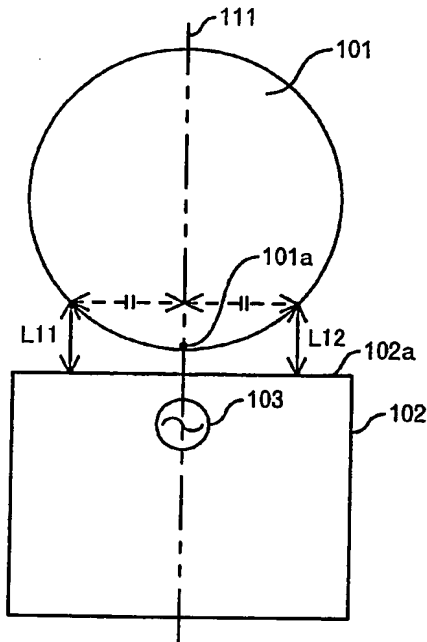
(81) 指定国 (国内): AF, AG, AI, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),

(続葉有)

(54) Title: ANTENNA, DIELECTRIC SUBSTRATE FOR ANTENNA, RADIO COMMUNICATION CARD

(54) 発明の名称: アンテナ、アンテナ用誘電体基板及び無線通信カード



(57) Abstract: An antenna includes a ground pattern and a plane element having a cut-off portion from a rim portion farthest from the power supply position go the ground pattern side. The ground pattern and the plane element are placed adjacent to each other. By providing the cut-off portion, it is possible to reduce the size and assure a current path for obtaining irradiation at a low frequency area. Moreover, since the ground pattern and the plane element are placed adjacent to each other, the installation volume is reduced and it becomes easier to control the antenna characteristic, especially impedance, thereby realizing a wider band.

(57) 要約: 本発明に係るアンテナは、グラウンドパターンと、給電位置から最も遠い縁部分からグラウンドパターン側に切欠きが設けられた平面エレメントとを具備し、グラウンドパターンと平面エレメントとが併置されるものである。切欠きを設けることにより小型化が可能になると共に、低周波域における放射を得るための電流路を確保することができるようになる。また、グラウンドパターンと平面エレメントが併置されるので、設置体積が小さくなると共に、アンテナ特性、特にインピーダンス特性を制御しやすくなり、広帯域化を実現できるようになる。

WO 2004/049505 A1

WO 2004/049505 A1



OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される
各PCIガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

明細書

アンテナ、アンテナ用誘電体基板及び無線通信カード

5 [技術分野]

本発明は、デュアルバンドアンテナ技術及び広帯域アンテナ技術に関する。

[背景技術]

- 例えば特開昭57-142003号公報（特許文献1）には以下のようなアンテナが開示されている。すなわち、第45A図及び第45B図に示すように、円盤状の形状を有する平板である輻射素子3001がアース板又は大地3002に対して垂直に立設されたモノポールアンテナが開示されている。このモノポールアンテナにおいては、高周波電源3004と輻射素子3001とは給電線3003で接続されており、輻射素子3001の頂部が1/4波長の高さになるように構成されている。また、第45C図及び第45D図に示すように、上部周縁が所定の放物線に沿った形状を有する平板である輻射素子3005がアース板又は大地3002に対して垂直に立設されたモノポールアンテナも開示されている。さらに、第45E図に示すように、第45A図及び第45B図に示したモノポールアンテナの輻射素子3001を2つ対称配置して構成されるダイポールアンテナも開示されている。また、第45F図に示すように、第45C図及び第45D図に示したモノポールアンテナの輻射素子3005を2つ対称配置して構成されるダイポールアンテナも開示されている。

- また例えば特開昭55-4109号公報（特許文献2）には以下のようなアンテナが開示されている。すなわち、第45G図に示すように、シート状に形成された楕円形のアンテナ3006が、反射面3007に対して、その長軸が平行に位置するように垂直に立設されており、給電は同軸給電線3008を通じて行われる。また、ダイポール式に構成した場合の例を第45H図に示す。ダイポール式の場合には、シート状楕円形アンテナ3006aを、同一平面上に、且つそれらの短軸が同一直線上に位置するよう配置し、平衡給電線3009を接続するた

めに両者に若干の間隔が設けられている。

さらに「B-77 半円形状素子と線状素子の組み合わせによる超広帯域アンテナ」井原泰介、木島誠、常川光一、pp 77, 1996年電子情報通信学会総合大会（以下非特許文献1と呼ぶ）には、第45J図に示すようなモノポールアンテナが開示されている。第45J図では、半円状のエレメント3010を、地板3011に対して垂直に立設し、エレメント3010の円弧において地板3011に最も近い点を給電部3012としている。非特許文献1には、円の半径がほぼ $1/4$ 波長となる周波数 f_L が下限となることが示されている。また、非特許文献1には、第45K図に示すように、第45J図に示したエレメント3010に切り欠きを設けたエレメント3013を、地板3011に対して垂直に立設した例も説明されている。この非特許文献1では第45J図のモノポールアンテナと第45K図のモノポールアンテナとはVSWR (Voltage Standing Wave Ratio) 特性はほとんど変わらないとしている。さらに非特許文献1では第45L図に示すように、第45K図のように切り欠きを設けたエレメントに、 f_L より低い周波数で共振するエレメント3014aをメアンダモノポール構造として接続したエレメント3014を、地板3011に対して垂直に立設した例も示されている。なおエレメント3014aは、切り欠き部分に収まるように設置されている。なお、非特許文献1に関して、「B-131 円板モノポールアンテナの整合改善」本田聡、伊藤猷顕、関一、神保良夫、2-131, 1992年電子情報通信学会春季大会（以下非特許文献2）、「広帯域円板モノポールアンテナについて」本田聡、伊藤猷顕、神保良夫、関一、テレビジョン学会技術報告 Vol.15, No.59, pp.25-30, 1991.10.24（以下非特許文献3）にも円板モノポールアンテナについての記述がある。

以上説明したアンテナは、グランド面に対して様々な形状の平板導体を垂直に立設したモノポールアンテナ及び同一形状を有する平板導体を2つ用いる対称型ダイポールアンテナである。

また米国特許第6351246号公報（特許文献3）には、第46図に示すような特殊な対称型ダイポールアンテナが示されている。すなわち、導体であるバランス・エレメント3101及び3102の間にグランド・エレメント3103

が設けられ、バランス・エレメント3101及び3102の最下部の端子3104及び3105は、同軸ケーブル3106及び3107に接続されている。バランス・エレメント3101には、同軸ケーブル3106及び端子3104を介して、ネガティブ・ステップ電圧が供給される。一方、バランス・エレメント3102には、同軸ケーブル3107及び端子3105を介して、ポジティブ・ステップ電圧が供給される。このアンテナ3100において、グラウンド・エレメント3103とバランス・エレメント3101又は3102の距離は、端子3104又は3105から外側方向に漸増するようになっているが、バランス・エレメント3101及び3102には上記のような異なる信号を入力しなければならない、
5 且つ所望の特性を得るためには必ずバランス・エレメント3101及び3102並びにグラウンド・エレメント3103の3つのエレメントを用いなければならない。
10

また、特開平8-213820号公報（特許文献4）に開示されている自動車電話用ガラスアンテナ装置を第47図に示す。第47図では、窓ガラス3202上に、扇形状の放射用パターン3203と矩形形状の接地用パターン3204とが形成され、給電点Aは同軸ケーブル3205の芯線3205aに接続され、接地点Bは同軸ケーブル3205の外側導体3205bに接続される。この特許文献4では、放射用パターン3203の形状は、二等辺三角形でも多角形でもよいとされている。また、放射用パターン3203の形状は、扇形状、二等辺三角形、
20 多角形状それぞれを、それ自身の相似形で中を抜いた形状でもよいとされている。さらに、接地用パターン3204の中を矩形に抜いてもよいとの記載もある。

さらに、米国特許公開公報2002-122010A1（特許文献5）には、第48図に示すように、グラウンド・エレメント3301内部に、テーパ付きの空領域3303と、給電点3305に伝送線3304が接続された駆動エレメント3302とが設けられたアンテナ3300が開示されている。なお、駆動エレメント3302において給電点3305の反対側でグラウンド・エレメント3301と駆動エレメント3302の間隔が最大となり、給電点3305付近でその間隔は最小となっている。駆動エレメント3302の給電点3305の反対側には窪みが設けられているが、窪み自体がグラウンド・エレメント3301と対向して
25

おり、駆動エレメント3302とグラウンド・エレメント3301との間隔を調整する一つの手段となっている。なお、窪みを設けない形状についても開示されている。

- また、特開2001-203521号公報（特許文献6）には、第49図に示
- 5 5 示ようなマイクロストリップパッチアンテナ3400が示されている。このマイクロストリップパッチアンテナ3400は、誘電体基板3401上に、接地面3404と、マイクロストリップパッチ3402と、当該マイクロストリップパッチ3402に接続される三角パッド（給電導体）3403とを導電性金属により形成したものである。なお、マイクロストリップパッチ3402は、給電導体
- 10 10 ある三角パッド3403を介して給電点3405から給電される。第49図に示すようなマイクロストリップパッチアンテナ3400は、図示されてはいないがマイクロストリップアンテナの動作原理からグラウンドが誘電体基板3401に対して対向配置されていないと適切に動作しない。また、接地面3404は、面積が非常に小さいため放射エレメントとして機能しているとは考えられない。さら
- 15 15 に、マイクロストリップアンテナでは放射導体に流れる電流が直接の放射源ではなく、第49図において三角パッド3403及びマイクロストリップパッチ3402に流れる電流は直接の放射源とはならない。また、特許文献6に示されている本マイクロストリップパッチアンテナ3400の受信周波数帯域は、中心周波数1.8GHzに対し200MHzと狭く、三角パッド3403は放射導体として機能しておらず、マイクロストリップパッチ3402が単一周波数（1.8GHz）の放射導体となっていることが考えられる。このように、第49図に示したマイクロストリップパッチアンテナ3400は、マイクロストリップアンテナであって、放射導体に流れる電流が放射に寄与するモノポールアンテナではない。また、放射導体に流れる電流路を連続的に変化させることで広帯域を実現する進行波アンテナでもない。さらに、受信周波数帯域が単一であるので、デュアルバンドアンテナでもない。
- 20 20
- 25 25

このように従来から様々なアンテナが存在しているが、従来の垂直立設型モノポールアンテナではサイズが大きくなってしまふ。また、放射導体をグラウンド面に対し垂直に立設することにより、放射導体とグラウンド面との距離を制御するこ

とが困難になり、その結果アンテナ特性の制御が難しくなる。また、従来の対称型ダイポールアンテナについても、同じ形の放射導体を2つ用いているため、放射導体同士の距離を制御することが困難であり、アンテナ特性の制御が難しい。

さらに、上でも述べたように、垂直立設型のモノポールアンテナの放射導体に切り欠きを設けても、VSWR特性の改善には結びついていない。また、第45L図に述べられたアンテナは、エレメント3014aのため f_L より低い周波数でも共振し、多共振化が図られてはいるが、この f_L より低い周波数域でのVSWR特性は悪く、デュアルバンドアンテナとしては、現在要求されているようなアンテナ特性が得られていない。なお、特許文献1、特許文献2、非特許文献1、非特許文献2及び非特許文献3には、グラウンド面の形状を加工することについては示唆も記述もない。

また、特許文献3の特殊な対称型ダイポールアンテナでは、多くのエレメントを用意し、エレメントに供給する信号についても2種類用意しなければならないと言う実装上の問題がある。また、グラウンド・エレメント3103はバランス・エレメント3101及び3102に対向しているが、バランス・エレメント3101及び3102に対向しているグラウンド・エレメント3103の辺は直線である。一方、グラウンド・エレメント3103に対向しているバランス・エレメント3101及び3102の辺部も直線に近い形状をしている。これにより、グラウンド・エレメント3103とバランス・エレメント3101若しくは3102との距離の変化は直線的である。

また、特許文献4記載の自動車電話用ガラスアンテナ装置では、接地用パターンと放射用パターンとの距離は直線的に変化している。距離の調整は、扇形の角度の変更でしか行えないので、微妙な調整は不可能である。さらに、接地用パターンの中を抜く記載はあるが、接地用パターンの外形を加工し、放射用パターンとの距離を調整することに関しては何らの開示がない。また、切り欠きを設けることについては何ら示されていない。

また、特許文献5記載のアンテナは小型化を指向しているが、グラウンド・エレメントの内側に駆動エレメントを設ける構造では、十分な小型化は実現できない。さらに、グラウンド・エレメントで駆動エレメントを囲うと、グラウンド・エレメン

トと駆動エレメントとの結びつきが強くなり過ぎるので、グラウンド・エレメントと駆動エレメントとの間の空間を大きく空けなければならない。このこともアンテナの小型化を妨げている。なお、グラウンド・エレメントの形状は駆動エレメントに対して先細り形状を有してはいない。

- 5 さらに、特許文献6で述べられたマイクロストリップアンテナについては、三角パッドとマイクロストリップパッチが共に放射に寄与しているような形状に見えるが、三角パッドは放射導体として機能しない給電導体に過ぎない。よってこのアンテナは受信周波数帯域が単一のアンテナであり、デュアルバンドアンテナではない。

10

特許文献1

特開昭57-142003号

特許文献2

特開昭55-4109号

- 15 特許文献3

米国特許第6351246号

特許文献4

特開平8-213820号

特許文献5

- 20 米国特許公開公報2002-122010A1

特許文献6

特開2001-203521号

非特許文献1

「B-77 半円形状素子と線状素子の組み合わせによる超広帯域アンテナ」井

- 25 原泰介、木島誠、常川光一、pp77, 1996年電子情報通信学会総合大会

非特許文献2

「B-131 円板モノポールアンテナの整合改善」本田聡、伊藤猷顕、関一、
神保良夫、2-131, 1992年電子情報通信学会春季大会

非特許文献3

「広帯域円板モノポールアンテナについて」本田聡, 伊藤猷顯, 神保良夫, 関一,
テレビジョン学会技術報告 Vol.15, No.59, pp.25-30, 1991.10.24

[発明の開示]

- 5 以上のような問題に鑑み、本発明の目的は、小型化が可能であり且つより広帯域化が可能な新規な形状のアンテナ、当該アンテナ用誘電体基板及び当該アンテナを用いた無線通信カードを提供することである。

- また本発明の他の目的は、小型化が可能であり且つアンテナ特性を制御し易くする新規な形状のアンテナ、当該アンテナ用誘電体基板及び当該アンテナを用いた無線通信カードを提供することである。
- 10

 本発明のさらに他の目的は、小型化が可能であり且つ低周波域の特性を改善することができる新規な形状のアンテナ、当該アンテナ用誘電体基板及び当該アンテナを用いた無線通信カードを提供することである。

- また本発明の他の目的は、小型化が可能であり且つ十分なアンテナ特性を有する新規な形状のデュアルバンドアンテナ及び当該デュアルバンドアンテナ用の誘電体基板を提供することである。
- 15

- 本発明の第1の態様に係るアンテナは、グラウンドパターンと、給電され且つ給電位置から最も遠い縁部分からグラウンドパターン側に切欠きが設けられた平面エレメントとを具備し、グラウンドパターンと平面エレメントとが併置されるものである。切欠きを設けることにより小型化が可能になると共に、低周波域における放射を得るための電流路を確保することができるようになる。グラウンド面に対して放射導体を立設する従来技術では、切り欠きによるアンテナ特性の制御はできなかったが、本発明によれば制御できるようになる。また、グラウンドパターンと平面エレメントが併置されるので、設置体積が小さくなると共に、アンテナ特性、特にインピーダンス特性を制御しやすくなり、広帯域化を実現できるようになる。
- 20
- 25

 また、上記平面エレメントが、当該平面エレメントに設けられた切欠き以外の縁部がグラウンドパターンに対向するように配置されるようにしてもよい。グラウン

ドパターンの部分と平面エレメントの部分が分かれるため、小型化が容易になる。さらに、グラウンドパターンと平面エレメントの部分が分かれていれば、グラウンドパターン上に他の部品を載せることも可能となるため、全体としても小型化を図ることができるようになる。

5

また、上記グラウンドパターンが、平面エレメントの全ての縁部を囲うことなく、且つ切欠きを含む、平面エレメントの縁部の少なくとも一部に対して開口が設けられるように形成されるようにしてもよい。

- 10 なお、上記切欠きが矩形である場合もある。但し、他の形状の切欠きであってもよい。さらに、上記切欠きが、平面エレメントの給電位置を通る直線に対して対称に形成されるようにしてもよい。

- 15 また、上記平面エレメントが、グラウンドパターンに対向する辺を底辺とし、当該底辺に対して垂直又は実質的に垂直に側辺が設けられ、上辺に切欠きが設けられた形状を有するようにしてもよい。さらに、上記の底辺の両端の角が隅切されるようにしてもよい。

- 20 さらに、上記平面エレメントと上記グラウンドパターンとの少なくともいずれかが、グラウンドパターンと平面エレメントの距離を連続して変化させる部分を有するようにしてもよい。これにより、アンテナ特性、特にインピーダンス特性が制御し易くなり、広帯域化が実現できる。

- 25 また、上記グラウンドパターンに対向する、平面エレメントの縁の少なくとも一部が曲線となっているような構成であってもよい。

さらに、上記平面エレメントが、誘電体基板と一体として形成されるようにしてもよい。さらに小型化できるようになる。

なお、グラウンドパターンと平面エレメント又は誘電体基板とは、非対向状態であり、互いの面が平行又は実質的に平行であるとも言える。また、グラウンドパターンと平面エレメント又は誘電体基板とは、完全には重なることなく、互いの面が平行又は実質的に平行であるとも言える。

5

本発明の第2の態様に係るアンテナ用誘電体基板は、誘電体の層と、当該アンテナ用誘電体基板の第1の側面に最も近い縁部分から第1の側面に対向する第2の側面方向に切欠きが形成されている導体の平面エレメントを含む層とを有する。このような誘電体基板を用いれば、小型で広帯域な、特に低周波域の特性の良い

10

アンテナを実現できるようになる。

なお、上記切欠きが矩形である場合もある。但し、切欠きの形状は他の形状であつても良い。さらに、上記切欠きが、平面エレメントの給電位置を通る直線に対して対称に形成されるようにしてもよい。

15

また、上で述べた平面エレメントが、第2の側面に最も近い辺を底辺とし、当該底辺に対して垂直又は実質的に垂直に側辺が設けられ、第1の側面に最も近い上辺に上記切欠きが設けられた形状を有するようにしてもよい。なお、上記底辺の両端の角を隅切りするようにしてもよい。

20

さらに、平面エレメントの第2の側面に最も近い縁部が、第2の側面との距離が連続して変化する部分を有するようにしてもよい。また、上記平面エレメントが、少なくとも第2の側面に設けられた電極との接続部を具備するようにしてもよい。

25

本発明の第3の態様に係るアンテナは、給電される平面エレメントと、平面エレメントと併置されたグラウンドパターンとを具備し、グラウンドパターンを切り欠くことにより、平面エレメントとグラウンドパターンとの距離が連続的に変化する連続変化部が設けられたものである。このように連続変化部を設けることにより、

平面エレメントとの結合度合いを適切に調整することができ、広帯域化が可能となる。

- 本発明の第4の態様に係るアンテナは、給電位置において給電される平面エレメントと、平面エレメントと併置され、平面エレメントの給電位置に対して先細り形状が形成されたグラウンドパターンとを含む。このようにグラウンドパターンに先細り形状を設けることにより、平面エレメントとの結合度合いを適切に調整することができ、広帯域化が可能となる。
- 5 また、上記先細り形状が、線分で構成される縁部と上に凸の曲線で構成される縁部と下に凸の曲線で構成される縁部とのうち少なくともいずれかにより構成されるようにしてもよい。平面エレメントの形状や所望のアンテナ特性に応じて先細り形状を構成するためである。
- 10 さらに、上記先細り形状が、平面エレメントの給電位置を通る直線に対して左右対称であるような構成でもよい。さらに、上記先細り形状の先端に、平面エレメントの給電位置に給電を行うための部分を収容するための窪みを設けるようにしてもよい。
- 15 また、上記平面エレメントが誘電体基板上又は内部に形成され、グラウンドパターンが樹脂基板上又は内部に形成され、誘電体基板が樹脂基板上に載置されるようにしてもよい。平面エレメントを誘電体基板上又は内部に形成すると、アンテナの大きさをさらに小型化することができる。なお、平面エレメントを誘電体基板上又は内部に形成すると、グラウンドパターンとの結合が強くなるが、先細り形
- 20 状を採用することによりグラウンドパターンとの結合度合いを調整することができ、広帯域化が実現できるようになる。
- 25

さらに、上記平面エレメントが、給電位置から最も遠い縁部分からグラウンドパターン側に切欠きが設けられているような構成であってもよい。平面エレメント

を小型化する場合でも切欠きを設けることにより、平面エレメント上の電流路の長さを十分に確保して低周波側の帯域を伸ばすものである。

- また、上記平面エレメントが、グラウンドパターンに対向する辺を底辺とし、当
- 5 該底辺に対して垂直又は実質的に垂直に側辺が設けられ、上辺に切欠きが設けられた形状を有するようにしてもよい。平面エレメントについては低周波域の特性を確保するため小型化に限界があるが、上で述べた構成の平面エレメントを用いれば小型化且つ広帯域化が可能となる。なお、その際グラウンドパターンの先細り形状により、インピーダンス特性を全体的に向上させることができる。
- 10
- さらに、上記樹脂基板の上端部には、平面エレメントが形成された誘電体基板を載置し、グラウンドパターンを誘電体基板の左及び右のうち少なくともいずれかに伸びた領域を有するように形成してもよい。このような領域をグラウンドパターンに設けることにより低周波側の帯域を伸ばすことができるようになる。
- 15
- また、上記樹脂基板の右上端部と左上端部のうち少なくともいずれかには、平面エレメントが形成された誘電体基板を載置し、グラウンドパターンを誘電体基板が載置されるサイドとは反対サイドに伸びた領域を有するように形成してもよい。
- 20
- 本発明の第5の態様に係るアンテナは、平面エレメントが一体として形成された誘電体基板と、誘電体基板が設置され且つ当該誘電体基板と併置されるグラウンドパターンが形成された基板とを具備し、グラウンドパターンには、平面エレメントの給電位置に対して先細り形状が形成されており、平面エレメントには、給電位置から最も遠い縁部分から、併置される前記グラウンドパターン側に切欠きが設
- 25 けられるものである。

また、誘電体基板が、基板の上端部に設置され、グラウンドパターンには、誘電体基板の左又は右のうち少なくともいずれかに伸びた領域を設けるようにしてもよい。さらに、2つの誘電体基板が、基板の右上端部と左上端部に1/4波長離

して配置され、グラウンドパターンには、2つの誘電体基板を分離するための領域が設けられるようにしてもよい。

5 本発明の第6の態様に係る無線通信カードは、平面エレメントが一体として形成された誘電体基板と、誘電体基板が設置され且つ当該誘電体基板と併置されるグラウンドパターンが形成された基板とを具備し、グラウンドパターンには、平面エレメントの給電位置に対して先細り形状が形成されており、平面エレメントには、給電位置から最も遠い縁部分から、併置されるグラウンドパターン側に切欠きが設けられるものである。

10

本発明の第7の態様に係るアンテナは、グラウンドパターンと、グラウンドパターンに対向する縁部に、曲線と傾きが段階的に変更されて接続された線分とのうちいずれかで構成され且つグラウンドパターンとの距離を連続して変化させる連続変化部分が設けられ、給電される平面エレメントとを有し、グラウンドパターンが、
15 平面エレメントの縁部の全てを囲うことなく当該平面エレメントと併置されるものである。

なお、上記連続変化部分において、平面エレメントの給電位置から遠ざかるにつれてグラウンドパターンとの距離が漸増するようにしてもよい。また、上記連続
20 変化部分の少なくとも一部が円弧で構成されるようにしてもよい。

また、上記平面エレメントの縁部のうち連続変化部分以外の部分の少なくとも一部が、グラウンドパターン側とは反対側に形成されるようにしてもよい。

25 さらに、上記グラウンドパターンを、連続変化部分以外の、平面エレメントの縁部の少なくとも一部に対して開口が設けられるように形成するようにしてもよい。グラウンドパターンの外形も様々な要因に応じて調整するが、少なくとも連続変化部分以外の、平面エレメントの縁部の少なくとも一部に対しては直接グラウンドパターンが対向しないような形状にするものである。

また、上記平面エレメントに、平面エレメントの給電位置から最も遠い縁部からグラウンドパターン側に切欠きが設けられているようにすることも可能である。平面エレメントの小型化と低周波域の特性改善が可能となる。

5

なお、上記切欠きを含む、平面エレメントの縁部の少なくとも一部を、グラウンドパターンと対向することのない位置に形成するようにしてもよい。

また、上記グラウンドパターンに、平面エレメントの給電位置に対して先細り形状が形成されている場合もある。

10

なお、上記平面エレメントが、平面エレメントの給電位置を通る直線に対して対称とすることも可能である。また、上記平面エレメントの給電位置を通る直線に対して、グラウンドパターンと平面エレメントの距離が対称とすることも可能である。

15

さらに、上記平面エレメントが誘電体基板と一体に形成され、連続変化部分において、平面エレメントの給電位置から遠ざかるにつれてグラウンドパターンとの距離が飽和的に増加するようにしてもよい。

20

本発明の第8の態様に係るアンテナは、グラウンドパターンと、グラウンドパターンに対向する縁部に、曲線と傾きが段階的に変更されて接続された線分とのうちいずれかで構成され且つグラウンドパターンとの距離を連続して変化させる連続変化部分が設けられ、給電される平面エレメントとを有し、グラウンドパターンが、平面エレメントの縁部の全てを囲うことなく配置され、グラウンドパターンと平面エレメントとが完全には重なることがなく、互いの面が平行又は実質的に平行に配置されるものである。

25

本発明の第9の態様に係るアンテナは、グラウンドパターンと、給電位置で給電

され、グラウンドパターンに対向する縁部に、グラウンドパターンとの距離が前記給電位置から曲線的に漸増する連続変化部分が設けられた平面エレメントとを有し、グラウンドパターンが、平面エレメントの縁部の全てを囲うことなく且つ当該平面エレメントと併置されるものである。

5

本発明の第10の態様に係るアンテナは、給電位置において給電される平面エレメントと、平面エレメントと併置されるグラウンドパターンとを具備し、平面エレメントとグラウンドパターンとの距離が、給電位置を通る直線から離れるに従い、連続的且つ飽和的に増加するものである。

10

また、上記平面エレメントの側縁部を、曲線と傾きが段階的に変更されて接続された線分とのうちいずれかで構成し、且つ上記平面エレメントを、アンテナ用誘電体基板の上又は内部に形成するようにしてもよい。

15 平面エレメントをアンテナ用誘電体基板の上又は内部に形成するようにすると、アンテナのさらなる小型化が可能になる。但し、平面エレメントをアンテナ用誘電体基板の上又は内部に形成するようにすると、平面エレメントとグラウンドパターンとの結合が強くなるため、お互いの距離の調整が必要になる。そこで平面エレメントの側縁部の形状を上記のように形成し、平面エレメントとグラウンドパ
20 ターンとの距離を調整することにより、結合度合いが最適化され、広帯域が実現できる。

さらに、上記アンテナ用誘電体基板に対向する、グラウンドパターンの辺を、線分
25 分で構成してもよい。これは、平面エレメントとグラウンドパターンとの距離の調整が、主に平面エレメントの形状により行われる場合を示すものである。

また、上記グラウンドパターンが、アンテナ用誘電体基板に対して先細り形状を有し、当該先細り形状を線分で構成するようにしてもよい。

さらに、上記平面エレメントは、当該平面エレメントの給電位置を通る直線に対して対称であってもよい。

5 また、上記アンテナ用誘電体基板が、平面エレメントの給電位置を通る直線上の端点に接続された共振エレメントをさらに含むようにしてもよい。このような共振エレメントを設けることにより、デュアルバンドアンテナが実現できる。

さらに、上記共振エレメントは、平面エレメントの給電位置を通る直線に対して対称であってもよい。また、非対称であってもよい。

10

また、上記平面エレメントと共振エレメントとを、同一の層に形成してもよい。

15 さらに、平面エレメントと共振エレメントの少なくとも一部とを異なる層に形成してもよい。これによりアンテナ用誘電体基板が小型化でき、全体としてアンテナも小型化できる。

20 また、平面エレメントと共振エレメントをそれぞれが形成される層に対して平行な仮想平面に投影した際に、共振エレメントを、仮想平面に投影された平面エレメントの脇に定義された所定の領域に重なることなく配置してもよい。さらに、共振エレメントを、少なくとも、仮想平面に投影された平面エレメントの給電位置を通る直線に対して平行であり、且つ当該給電位置から遠い方の、投影された平面エレメントの側縁部の端点を始点として給電位置方向に伸びた半直線より平面エレメント側の領域と重なることなく配置してもよい。

25 このように共振エレメントを配置することにより、平面エレメントの特性に悪影響を及ぼすことなく、平面エレメントと共振エレメントの特性を個別に制御できる。

本発明の第11の態様に係るアンテナ用誘電体基板は、誘電体の層と、側縁部

が曲線と傾きが段階的に変更されて接続された線分とのうちいずれかで構成される導体の平面エレメントを含む層とを有し、アンテナ用誘電体基板の側面のうち平面エレメントの給電位置に最も近い面と側縁部との距離が、給電位置を通る直線から離れるに従い、連続的且つ飽和的に増加するものである。

5

また、上記平面エレメントは、当該平面エレメントの給電位置を通る直線に対して対称であってもよい。

さらに、本発明の第11の態様において、上記平面エレメントの給電位置を通る直線上の端点に接続された共振エレメントをさらに有するようにしてもよい。このような共振エレメントを設けることにより、デュアルバンドが実現できる。

10

また、上記共振エレメントは、平面エレメントの給電位置を通る直線に対して対称であってもよい。また、非対称であってもよい。

15

さらに、上記平面エレメントと共振エレメントとを、同一の層に形成してもよい。

また、上記平面エレメントと共振エレメントの少なくとも一部とを異なる層に形成してもよい。これによりアンテナ用誘電体基板が小型化できる。

20

さらに、平面エレメントと共振エレメントをそれぞれが形成される層に対して平行な仮想平面に投影した際に、共振エレメントを、仮想平面に投影された平面エレメントの脇に定義された所定の領域に重なることなく配置してもよい。また、共振エレメントを、少なくとも、仮想平面に投影された平面エレメントの給電位置を通る直線に対して平行であり、且つ当該給電位置から遠い方の、投影された平面エレメントの側縁部の端点を始点として給電位置方向に伸びた半直線より平面エレメント側の領域と重なることなく配置してもよい。

25

このように共振エレメントを配置することにより、平面エレメントの特性に悪影響を及ぼすことなく、平面エレメントと共振エレメントの特性を個別に制御できる。

- 5 本発明の第12の態様に係るアンテナは、給電位置において給電される平面エレメントが一体として形成された誘電体基板と、誘電体基板と併置され、給電位置に対して先細り形状が形成されたグラウンドパターンとを有し、平面エレメントには、給電位置から最も遠い縁部分からグラウンドパターン側に切欠きが設けられているものである。

10

本発明の第13の態様に係る無線通信カードは、給電位置において給電される平面エレメントが一体として形成された誘電体基板と、誘電体基板が設置され且つ当該誘電体基板と併置されるグラウンドパターンが形成された基板とを具備し、誘電体基板が、基板の端部に設置され、グラウンドパターンには、給電位置に対して先細り形状が形成され且つ誘電体基板の左又は右のうち少なくともいずれかに伸びた領域が設けられ、平面エレメントには、給電位置から最も遠い縁部分から、併置されるグラウンドパターン側に切欠きが設けられるものである。

15

[図面の簡単な説明]

- 20 第1A図は、本発明の第1の実施の形態におけるアンテナの構成を示す正面図、第1B図は側面図である。

第2図は、本発明の第1の実施の形態におけるアンテナの動作原理を説明するための図である。

- 25 第3図は、本発明の第1の実施の形態におけるアンテナと従来技術に関するアンテナのインピーダンス特性を比較するための図である。

第4図は、本発明の第2の実施の形態におけるアンテナの構成を示す図である。

第5図は、本発明の第3の実施の形態におけるアンテナの構成を示す図である。

第6図は、本発明の第4の実施の形態におけるアンテナの構成を示す図である。

第7図は、本発明の第4の実施の形態におけるアンテナの動作原理を説明する

ための図である。

第8図は、本発明の第4の実施の形態におけるアンテナと従来技術に関するアンテナのインピーダンス特性を比較するための図である。

第9図は、本発明の第5の実施の形態におけるアンテナの構成を示す図である。

5 第10図は、本発明の第5の実施の形態におけるアンテナのインピーダンス特性を示す図である。

第11図は、本発明の第6の実施の形態におけるアンテナの構成を示す図である。

10 第12図は、本発明の第6の実施の形態におけるアンテナのインピーダンス特性を示す図である。

第13A図は、本発明の第7の実施の形態におけるアンテナの構成を示す正面図、第13B図は側面図である。

第14図は、本発明の第7の実施の形態におけるアンテナの動作原理を説明するための図である。

15 第15図は、本発明の第8の実施の形態におけるアンテナの構成を示す図である。

第16図は、本発明の第9の実施の形態におけるアンテナの構成を示す図である。

20 第17A図は、本発明の第10の実施の形態における第1のアンテナの構成を示す図、第17B図は、第2のアンテナの構成を示す図である。

第18図は、本発明の第10の実施の形態における第1のアンテナのインピーダンス特性を示す図である。

第19図は、本発明の第10の実施の形態における第2のアンテナのインピーダンス特性を示す図である。

25 第20図は、本発明の第11の実施の形態におけるアンテナの構成を示す図である。

第21図は、本発明の第11の実施の形態におけるアンテナのインピーダンス特性を示す図である。

第22図は、本発明の第12の実施の形態におけるアンテナの構成を示す図で

ある。

第23図は、本発明の第12の実施の形態におけるアンテナのインピーダンス特性を示す図である。

第24図は、本発明の第13の実施の形態におけるアンテナの構成を示す図である。

第25図は、本発明の第14の実施の形態におけるアンテナの構成を示す図である。

第26図は、本発明の第13及び第14の実施の形態におけるアンテナのインピーダンス特性の変化を示すための図である。

第27図は、本発明の第15の実施の形態におけるスペース・ダイバーシティ・アンテナの構成例を示す図である。

第28図は、本発明の第16の実施の形態におけるスティック型無線通信カードにおけるアンテナ形状を示す図である。

第29A図は、本発明の第17の実施の形態におけるアンテナの構成を示す正面図、第29B図は側面図である。

第30図は、本発明の第18の実施の形態におけるアンテナの構成を示す図である。

第31図は、本発明の第19の実施の形態におけるアンテナの構成を示す図である。

第32図は、本発明の第20の実施の形態におけるアンテナの構成を示す図である。

第33図は、本発明の第21の実施の形態におけるアンテナの構成を示す図である。

第34図は、第2エレメントが第1エレメントに影響を与える領域を説明するための図である。

第35A図は、本発明の第21の実施の形態における実装例を示す正面図、第35B図は底面図である。

第36図は、本発明の第21の実施の形態における2.4GHz帯のインピーダンス特性を示す図である。

第37図は、本発明の第21の実施の形態における5GHz帯のインピーダンス特性を示す図である。

第38A図乃至第38C図は、本発明の第21の実施の形態において、2.45GHzの電波についての放射パターンを、第38D図乃至第38F図は5.45GHzの電波についての放射パターンを示す図である。

第39図は、本発明の第21の実施の形態におけるゲイン特性を示す図である。

第40A図乃至第40C図は、本発明の第22の実施の形態に係るアンテナ用誘電体基板の層構成例を示す図である。

第41図は、本発明の第22の実施の形態におけるアンテナの5GHz帯のインピーダンス特性を示す図である。

第42図は、本発明の第22の実施の形態におけるアンテナの2.4GHz帯のインピーダンス特性を示す図である。

第43A図乃至第43C図は、本発明の第23の実施の形態に係るアンテナ用誘電体基板の層構成例を示す図である。

第44A図乃至第44C図は、本発明の第24の実施の形態に係るアンテナ用誘電体基板の層構成例を示す図である。

第45A図乃至第45L図は、従来のアンテナの構成を示す図である。

第46図は、従来のアンテナの構成を示す図である。

第47図は、従来のアンテナの構成を示す図である。

第48図は、従来のアンテナの構成を示す図である。

第49図は、従来のアンテナの構成を示す図である。

[本発明を実施するための最良の形態]

[実施の形態1]

本発明の第1の実施の形態に係るアンテナの構成を第1A図及び第1B図に示す。第1A図に示すように、第1の実施の形態に係るアンテナは、円形の平面導体である平面エレメント101と、当該平面エレメント101に併置されるグラウンドパターン102と、高周波電源103とにより構成される。平面エレメント101は、高周波電源103と給電点101aにて接続されている。給電点10

1 a は、平面エレメント 1 0 1 とグラウンドパターン 1 0 2 との距離が最短となる位置に設けられている。

また、給電点 1 0 1 a を通る直線 1 1 1 に対して平面エレメント 1 0 1 とグラウンドパターン 1 0 2 とは左右対称となっている。従って、平面エレメント 1 0 1
5 の円周上の点からグラウンドパターン 1 0 2 までの最短距離についても、直線 1 1 1 に対して左右対称となっている。すなわち、直線 1 1 1 からの距離が同じであれば、平面エレメント 1 0 1 の円周上の点からグラウンドパターン 1 0 2 までの最短距離 L 1 1 及び L 1 2 は、同じになる。

本実施の形態では、平面エレメント 1 0 1 に面するグラウンドパターン 1 0 2 の
10 辺 1 0 2 a は直線となっている。従って、平面エレメント 1 0 1 の下側円弧上の任意の点とグラウンドパターン 1 0 2 の辺 1 0 2 a との最短距離は、給電点 1 0 1 a から遠ざかると共に円弧に従って曲線的に増加するようになっている。

また本実施の形態では、第 1 B 図に示す側面図のように、平面エレメント 1 0 1 は、グラウンドパターン 1 0 2 の中心線 1 1 2 上に配置されている。従って、本
15 実施の形態においては平面エレメント 1 0 1 とグラウンドパターン 1 0 2 とが同一平面内に配置されている。但し、必ずしも同一平面内に配置しなくともよく、例えば互いの面が平行又はほぼ平行といった形で配置しても良い。

なお、本実施の形態において、グラウンドパターン 1 0 2 は、平面エレメント 1 0 1 を囲むことなく、グラウンドパターン 1 0 2 側と平面エレメント 1 0 1 側とが
20 上下に分かれるように形成されている。すなわち、ある程度の大きさは必要ではあるが、グラウンドパターン 1 0 2 を、平面エレメント 1 0 1 の大きさに依存することなく形成することができる。さらに電氣的な絶縁層を設けることによりグラウンドパターン 1 0 2 上に他の部品を配置することもできる。よって、平面エレメント 1 0 1 の大きさによってアンテナの実質的な大きさが決定されることになる。
25 また、平面エレメント 1 0 1 の下側円弧の反対側の円弧は、グラウンドパターン 1 0 2 に直接対向しない縁部分であり、アンテナの設置場所等にもよるが、この部分の少なくとも一部はグラウンドパターン 1 0 2 により覆われることなく、グラウンドパターン 1 0 2 に設けられる開口部の方向に向くように配置される。

第 1 A 図及び第 1 B 図に示したアンテナの動作原理としては、第 2 図に示すよ

うに給電点101aから平面エレメント101の円周に向けて放射状に広がる各電流路113がそれぞれ共振点を形成するため連続的な共振特性を得ることができ、広帯域化が実現される。第1A図及び第1B図の例では、平面エレメント101の直径に相当する電流路が最も長いため、直径の長さを1/4波長とする周波数がほぼ下限周波数となり、当該下限周波数以上において連続的な共振特性が得られる。このため、第2図に示すように、平面エレメント101上に流れる電流による電磁界結合117が、グラウンドパターン102との間に発生する。すなわち、より周波数が低い場合には、放射に寄与する電流路113がグラウンドパターン102の辺102aに対して垂直に立っているために広範囲にグラウンドパターン102との結合を生じ、より高い周波数の場合には、電流路が水平に傾いていくため、狭い範囲にてグラウンドパターン102との結合が生じる。グラウンドパターン102との結合については、アンテナのインピーダンス等価回路における容量成分Cと考えられ、高周波帯域と低周波帯域では電流路の傾き加減によって容量成分Cが変化する。容量成分Cの値が変化すれば、アンテナのインピーダンス特性に大きく影響を与えることになる。より具体的には、容量成分Cは平面エレメント101とグラウンドパターン102との距離に関係している。これに対し、グラウンド面に対して垂直に円板を立設する場合には、グラウンド面と円板との距離を微妙に制御することはできない。第1A図及び第1B図に示すように平面エレメント101とグラウンドパターン102とを併置する場合には、グラウンドパターン102の形状を変更すれば、アンテナのインピーダンス等価回路における容量成分Cを変更することができるため、より好ましいアンテナ特性を得るように設計することができる。

また、グラウンド面に対して垂直に円板を立設する場合に比して本実施の形態の方がより広帯域化できるという効果もある。第3図に、平面エレメント101を従来技術のようにグラウンド面に対して垂直に立設した場合のインピーダンス特性と、本実施の形態に係るアンテナのインピーダンス特性のグラフを示す。第3図において、縦軸はVSWRを示し、横軸は周波数(GHz)を示す。太線122で表された従来技術に係るアンテナのVSWRの値は、明らかに8GHz以上の高周波帯域において悪化している。一方、実線121で表された本実施の形態に

- 係るアンテナのVSWRの値は、一部の周波数帯域では2を若干上回るが、この帯域を除けば、約2.7GHzから10GHzを超える高周波帯域まで2を下回る。このように、単に平面エレメント101とグランドパターン102との距離が制御しやすくなるというだけではなく、平面エレメント101とグランドパターン102の「併置」により安定的に広帯域化できるという効果もある。

- なお、平面エレメント101は、モノポールアンテナの放射導体であるとも考えられる。一方で、本実施の形態におけるアンテナは、グランドパターン102も放射に寄与している部分もあるので、ダイポールアンテナであるとも言える。但し、ダイポールアンテナは通常同一形状を有する2つの放射導体を用いるため、
- 10 本実施の形態におけるアンテナは、非対称型ダイポールアンテナとも呼べる。さらに、本実施の形態におけるアンテナは、進行波アンテナとも言える。このような考え方は以下で述べる全ての実施の形態に適用可能である。

[実施の形態2]

- 15 本発明の第2の実施の形態に係るアンテナの構成を第4図に示す。第1の実施の形態と同様に、円形の平面導体である平面エレメント201と、当該平面エレメント201と併置されるグランドパターン202と、平面エレメント201の給電点201aと接続する高周波電源203とにより構成される。給電点201aは、平面エレメント201とグランドパターン202との距離が最短となる位置に設けられる。

- また、給電点201aを通る直線211に対して平面エレメント201とグランドパターン202とは左右対称となっている。さらに、平面エレメント201の円周上の点から直線211に平行にグランドパターン202まで降ろした線分の長さ（以下距離と呼ぶ）についても、直線211に対して左右対称となっている。すなわち、直線211からの距離が同じであれば、平面エレメント201の円周上の点からグランドパターン202までの距離L21及びL22は同じになる。

本実施の形態では、平面エレメント201に面するグランドパターン202の辺202a及び202bは、直線211から遠くなるほど平面エレメント201

とグラウンドパターン202の距離が、さらに漸増するように傾けられている。すなわち、グラウンドパターン202には、平面エレメント201の給電点201aに対して先細り形状が形成されている。よって、平面エレメント201とグラウンドパターン202の距離は、円弧で規定される曲線以上に急激に増加するようになっている。なお、辺202a及び202bの傾きについては、所望のアンテナ特性を得るために調整する必要がある。

すなわち、第1の実施の形態でも述べたが、平面エレメント201とグラウンドパターン202の距離を変更することにより、アンテナのインピーダンス等価回路における容量成分Cを変更することができる。第4図に示すように外側に向けて平面エレメント201とグラウンドパターン202の距離は広がっており、第1の実施の形態に比して容量成分Cの大きさは小さくなる。従って、インピーダンス等価回路における誘導成分Lが比較的大きく効くようになる。このようにしてインピーダンス制御を行うことにより、所望のアンテナ特性を得ることができるようになる。第4図に示したアンテナも広帯域化を実現している。

本実施の形態においても、グラウンドパターン202は平面エレメント201を囲むことなく、グラウンドパターン202側と平面エレメント201側とが上下に分かれるように形成されている。また、平面エレメント201の下側円弧の反対側の上側円弧は、グラウンドパターン202に直接対向しない縁部分であり、アンテナの設置場所にもよるが、この部分の少なくとも一部はグラウンドパターン202に覆われることはない。

また本実施の形態に係るアンテナの側面の構成については、第1B図とほぼ同じである。すなわち、本実施の形態においては平面エレメント201とグラウンドパターン202とが同一平面内に配置されている。但し、必ずしも両者を同一平面内に配置しなくともよく、例えば互いの面が平行又はほぼ平行といった形で配置しても良い。

〔実施の形態3〕

本発明の第3の実施の形態に係るアンテナの構成を第5図に示す。本実施の形態に係るアンテナは、半円形の平面導体である平面エレメント301と、当該平

面エレメント 301 と併置されるグラウンドパターン 302 と、平面エレメント 301 の給電点 301a と接続する高周波電源 303 とにより構成される。給電点 301a は、平面エレメント 301 とグラウンドパターン 302 との距離が最短となる位置に設けられる。

- 5 また、給電点 301a を通る直線 311 に対して平面エレメント 301 とグラウンドパターン 302 とは左右対称となっている。従って、平面エレメント 301 の円弧上の点からグラウンドパターン 302 までの最短距離についても、直線 311 に対して左右対称となっている。すなわち、直線 311 からの距離が同じであれば、平面エレメント 301 の円弧上の点からグラウンドパターン 302 までの最短距離は同じになる。
- 10

本実施の形態では、平面エレメント 301 に面するグラウンドパターン 302 の辺 302a は直線となっている。従って、平面エレメント 301 の円弧上の任意の点とグラウンドパターン 302 の辺 302a との最短距離は、給電点 301a から遠ざかると共に円弧に沿って曲線的に増加するようになっている。

- 15 また本実施の形態に係るアンテナの側面の構成については、第 1 B 図とほぼ同じである。すなわち、本実施の形態においては平面エレメント 301 とグラウンドパターン 302 とが同一平面内に配置されている。但し、必ずしも両者を同一平面内に配置しなくともよく、例えば互いの面が平行又はほぼ平行といった形で配置しても良い。
- 20 本実施の形態においても、グラウンドパターン 302 は、平面エレメント 301 を囲むことなく、グラウンドパターン 302 側と平面エレメント 301 側とが上下に分かれるように形成されている。また、平面エレメント 301 の下側円弧の反対側の直線部分は、グラウンドパターン 302 に直接対向しない縁部分であり、アンテナの設置場所にもよるが、グラウンドパターン 302 には、少なくともこの部分のためにアンテナ外部に対する開口が形成される。
- 25

本実施の形態におけるアンテナの周波数特性は、平面エレメント 301 の半径及び平面エレメント 301 とグラウンドパターン 302 の距離によって制御することができる。平面エレメント 301 の半径によって、ほぼ下限周波数が決定される。なお、第 2 の実施の形態と同様にグラウンドパターン 302 の形状を変形して

テーパーを付すようにしても良い。本実施の形態におけるアンテナについても広帯域化を実現している。

[実施の形態 4]

- 5 本発明の第 4 の実施の形態に係るアンテナの構成を第 6 図に示す。本実施の形態に係るアンテナは、半円形の平面導体であり且つ切欠部 414 が設けられている平面エレメント 401 と、平面エレメント 401 と併置されるグランドパターン 402 と、平面エレメント 401 の給電点 401a と接続される高周波電源 403 とにより構成される。平面エレメント 401 の直径 L41 は例えば 20 mm
- 10 であり、切欠部 414 の間口 L42 は例えば 10 mm であり、平面エレメント 401 の天頂部 401b（給電点 401a から最も遠い縁部）からグランドパターン 402 側に例えば深さ L43（＝5 mm）くぼんでいる。給電点 401a は、平面エレメント 401 とグランドパターン 402 との距離が最短となる位置に設けられる。
- 15 また、給電点 401a を通る直線 411 に対して平面エレメント 401 とグランドパターン 402 とは左右対称となっている。切欠部 414 についても直線 411 に対して対称となっている。また、平面エレメント 401 の円弧上の点からグランドパターン 402 までの最短距離についても、直線 411 に対して左右対称となっている。すなわち、直線 411 からの距離が同じであれば、平面エレ
- 20 メント 401 の円弧上の点からグランドパターン 402 までの最短距離は同じになる。

- 本実施の形態では、平面エレメント 401 に面するグランドパターン 402 の辺 402a は直線となっている。従って、平面エレメント 401 の円弧上の任意の点とグランドパターン 402 の辺 402a との最短距離は、給電点 401a から遠ざかると共に円弧に沿って曲線的に漸増するようになっている。すなわち、
- 25 本実施の形態に係るアンテナには、平面エレメント 401 とグランドパターン 402 との距離が連続的に変化する連続変化部が設けられている。このような連続変化部を設けることにより、平面エレメント 401 とグランドパターン 402 との結合度合いを調整している。この結合度合いを調整することにより、特に高周

波側の帯域を延ばす効果がある。

また本実施の形態に係るアンテナの側面は、第1B図とほぼ同じであり、平面エレメント401は、グランドパターン402の中心線上に配置されている。すなわち、本実施の形態においては平面エレメント401とグランドパターン402とが同一平面内に配置されている。但し、必ずしも両者を同一平面内に配置しなくともよく、例えば互いの面が平行又はほぼ平行といった形で配置しても良い。

さらに本実施の形態では、平面エレメント401は、当該平面エレメント401に設けられた切欠部414以外の縁部がグランドパターン402に対向するように配置される。逆にいえば、切欠部414が設けられた縁部は、グランドパターン402に対向せず、またグランドパターン402に囲まれない。すなわち、平面エレメント401の部分とグランドパターン402の部分が上下に分かれるため、無駄なグランドパターン402の領域を設ける必要がなく、小型化が容易になる。さらに、グランドパターン402の部分と平面エレメント401の部分が分かれていますれば、グランドパターン402上に他の部品を載せることも可能となるため、全体としても小型化を図ることができるようになる。

次に本実施の形態に係るアンテナの動作原理を考える。第1の実施の形態と比べると、円形から半円形に基本形状が変更されているため、電流路の長さは円形の場合に比して短くなってしまふ。円の半径より長い電流路も存在するが、円の半径の長さを1/4波長とする周波数がほぼ下限周波数となってしまい、小型化の影響で特に低周波域の特性が落ちてしまうという問題が生ずる。

そこで本実施の形態のように平面エレメント401に切欠部414を設けると、電流は給電点401aから天頂部401bまでを切欠部414のため直線的には流れることができず、第7図に示すように切欠部414を迂回するようになる。このように、電流路413は切欠部414を迂回するような形で構成されるため長くなり、放射の下限周波数を低くすることができる。従って、広帯域化が実現できるようになる。

本実施の形態におけるアンテナは、切欠部414の形状及び平面エレメント401とグランドパターン402との距離によりそのアンテナ特性を制御し得るようになっている。但し、従来技術のように放射導体をグランド面に対して垂直に

立設するようなアンテナでは、切欠部ではアンテナ特性を制御することができないことが知られている（非特許文献1参照のこと）。本実施の形態のように、平面エレメント401とグラウンドパターン402を併置することにより、切欠部414によりアンテナ特性を制御できるようになる。

- 5 第8図に、平面エレメント401を従来技術のようにグラウンド面に対して垂直に立設した場合のインピーダンス特性と、第6図に示す本実施の形態に係るアンテナのインピーダンス特性をグラフにして示す。第8図において、縦軸はVSWRを示し、横軸は周波数（GHz）を示す。実線421で表された本実施の形態に係るアンテナのVSWRの値は、約2.8GHzから約5GHzの周波数帯域
10 では2を下回り、約5GHzから約7GHzの周波数帯域では若干2を上回るが、約7GHzから約11GHzを超えるまでの周波数帯域ではほぼ2程度となっている。一方、太線422で表された従来技術に係るアンテナのVSWRの値は、約5GHzより低い周波数帯域では本実施の形態に係るアンテナよりも悪い。また11GHzより高い周波数帯域でも急激に悪化している。すなわちこのグラフ
15 は、本実施の形態のアンテナの方が低周波帯域及び高周波帯域でインピーダンス特性がよいという顕著な効果を示している。

- このように単に平面エレメント401とグラウンドパターン402との距離が制御しやすくなるというだけではなく、平面エレメント401とグラウンドパターン402の「併置」により安定的に広帯域化できるという効果もある。そして、切
20 欠部414により平面エレメント401の小型化も可能となっている。

なお図示はしないが、平面エレメント401に対向する、グラウンドパターン402の上縁部については、テーパを付してもよい。切欠部414だけではなくグラウンドパターン402の上縁部の形状によっても、アンテナ特性を制御することができる。

- 25 さらに、切欠部414の形状は矩形に限定されるものではない。例えば、逆三角形の切欠部414を採用するようにしても良い。その場合には、例えば給電点401aと逆三角形の1つの頂点が直線411上に載るように配置する。さらに、切欠部414は、台形であつてもよい。台形の場合には、その底辺を上辺より長くすると、電流路が切欠部414を迂回する長さが長くなるので平面エレメント

401における電流路をより長くすることができる。また、切欠部414の角を丸める場合もある。

〔実施の形態5〕

- 5 本発明の第5の実施の形態に係るアンテナの構成を第9図に示す。本実施の形態では、半円形の平面導体であり且つ切欠部514が設けられている平面エレメント501及びグランドパターン502を誘電率2から5のプリント基板（FR-4、テフロン（登録商標）などを素材とする樹脂基板）に形成した場合の例を説明する。
- 10 第5の実施の形態に係るアンテナは、平面エレメント501と、当該平面エレメント501と併置されるグランドパターン502と、平面エレメント501に接続される高周波電源とから構成される。なお第9図において高周波電源は省略されている。平面エレメント501には、高周波電源に接続され且つ給電点を構成する突起部501aと、グランドパターン502の辺502aに対向する曲線部501bと、天頂部501dからグランドパターン502の方向に窪ませた矩
- 15 形の切欠部514と、低周波用の電流路を確保するための腕部501cとが設けられている。なお、側面の構成については第1B図とほぼ同じである。すなわち、平面エレメント501とグランドパターン502とが完全には重ならず、互いの面が平行又は実質的に平行に設けられる。
- 20 グランドパターン502には、平面エレメント501の突起部501aを収容するための窪み515が設けられている。従って、平面エレメント501に対向する辺502aは、一直線になっておらず、2つの辺に分割されている。なお、給電位置となる突起部501aの中心を通る直線511にて、本実施の形態に係るアンテナは左右対称となっている。すなわち、切欠部514も左右対称である。
- 25 平面エレメント501の曲線501bとグランドパターン502の辺502aとの距離は、直線511から離れるほど次第に長くなっている。

本実施の形態においても、グランドパターン502は、平面エレメント501を囲むことなく、突起部501aと窪み515の部分を除き、グランドパターン502側と平面エレメント501側とが上下に分かれるように形成されている。

また、平面エレメント501の切欠部514及び天頂部501dは、グランドパターン502に直接対向しない縁部分であり、アンテナの設置場所にもよるが、グランドパターン502には、少なくともこの部分のためにアンテナ外部に対する開口が形成される。

- 5 なお、切欠部514の形状は矩形に限定されるものではない。第4の実施の形態において述べたような切欠部の形状を採用するようにしても良い。

第10図に本実施の形態のアンテナのインピーダンス特性を示す。第10図において、縦軸はVSWRを、横軸は周波数（GHz）を表す。VSWRが2.5以下の周波数帯域は、約2.9GHzから約9.5GHzと広帯域になっている。

- 10 約6GHzで一旦VSWRが2近くになっているが、許容できる範囲である。VSWRが2.5となる周波数が約2.9GHzと非常に低くなっているのは切欠部514を設けたためである。

〔実施の形態6〕

- 15 本発明の第6の実施の形態に係るアンテナの構成を第11図に示す。本実施の形態では、矩形の平面導体であり且つ切欠部614が設けられている平面エレメント601及びグランドパターン602を誘電率2から5のプリント基板（FR-4、テフロン（登録商標）などを素材とする樹脂基板）に形成した場合の例を説明する。

- 20 第6の実施の形態に係るアンテナは、平面エレメント601と、当該平面エレメント601と併置されるグランドパターン602と、平面エレメント601に接続される高周波電源とから構成される。なお第11図において高周波電源は省略されている。平面エレメント601には、高周波電源に接続し且つ給電点を構成する突起部601aと、グランドパターン602の辺602aに対向する底辺
25 601aと、当該底辺601aに対して垂直に接続されている側辺部601bと、天頂部601dからグランドパターン602の方向に窪ませた矩形の切欠部614と、低周波用の電流路を確保するための腕部601cとが設けられている。

グランドパターン602には、平面エレメント601の突起部601aを収容するための窪み615が設けられている。従って、平面エレメント601に対向

する辺602aは、一直線になっておらず、2つの辺に分割されている。なお、給電位置となる突起部601aの中心を通る直線611にて、本実施の形態に係るアンテナは左右対称となっている。従って、切欠部614も左右対称となっている。

- 5 本実施の形態においても、グラウンドパターン602は、平面エレメント601を囲むことなく、グラウンドパターン602側と平面エレメント601側とが上下に分かれるように形成されている。すなわち、グラウンドパターン602は、平面エレメント601の全ての縁部を囲うことなく、且つ切欠部614を含む平面エレメント601の縁部の少なくとも一部に対して開口が設けられるように形成される。
- 10

また、側面の構成は第1B図とほぼ同じである。すなわち、平面エレメント601の面とグラウンドパターン602の面とは平行又は実質的に平行となるように配置されている。

- 15 なお、切欠部614の形状は矩形に限定されるものではない。第4の実施の形態において述べたような切欠部の形状を採用するようにしても良い。

- 第12図に本実施の形態のアンテナのインピーダンス特性を示す。第12図において、縦軸はVSWRを、横軸は周波数（GHz）を表す。全体的に好ましい特性を示していないが、これはグラウンドパターン602の辺602aと平面エレメント601の底辺601aが平行になっており、インピーダンスの調整が行われていないためである。但し、楕円621で囲んだ部分では、切欠部614による効果が現れており、VSWRカーブの低下度合いが比較的大きくなっている。
- 20

- 本実施の形態のように、グラウンドパターン602の辺602aと平面エレメント601の底辺601aを平行にせず、グラウンドパターン602と平面エレメント601との間隔が外側から給電点601aに向かって連続的に短くなるように、グラウンドパターン602をカットするようにしても良い。カットの方式としては、直線的であっても、曲線的であっても良い。
- 25

[実施の形態7]

本発明の第7の実施の形態に係るアンテナの構成を第13A図及び第13B図

に示す。第7の実施の形態に係るアンテナは、切欠部714を有する導体の平面
エレメント701を内部に含み且つ誘電率約20の誘電体基板705と、誘電体
基板705にL71(=1.0mm)の間隔をおいて併置され且つ誘電体基板7
05の給電点701aに対して先細り形状が形成されたグラウンドパターン702
5と、例えばプリント基板(より具体的には例えば、FR-4、テフロン(登録商
標)などを素材とする樹脂基板)である基板704と、平面エレメント701の
給電点701aに接続される高周波電源703とにより構成される。誘電体基板
705のサイズは、およそ8mm×10mm×1mmとなっている。また、給電
点701aを通る直線711に対して平面エレメント701の底辺701bは垂
10直になっており、辺701cは直線711に平行になっている。平面エレメント
701の底辺701bの角は隅切されており、辺701fが設けられ、底辺70
1bはこの辺701fを介して辺701cに接続している。また、平面エレメン
ト701の天頂部701dには矩形の切欠部714が設けられている。切欠部7
14は、天頂部701dからグラウンドパターン702側に矩形に窪ませることに
15より形成されている。給電点701aは底辺701bの midpoint に設けられている。

また、給電点701aを通る直線711に対して平面エレメント701とグラ
ウンドパターン702とは左右対称となっている。従って、切欠部714も左右対
称となっている。また、平面エレメント701の底辺701b上の点から直線7
11に平行にグラウンドパターン702まで降ろした線分の長さ(以下距離と呼ぶ)
20についても、直線711に対して左右対称となっている。

本実施の形態においても、グラウンドパターン702は、平面エレメント701
を含む誘電体基板705を囲むことなく、グラウンドパターン702側と誘電体基
板705側とが上下に分かれるように形成されている。すなわち、グラウンドパ
ターン702は、平面エレメント701の全ての縁部を囲うことなく、且つ切欠部
25 714を含む平面エレメント701の縁部の少なくとも一部に対して開口が設け
られるように形成される。

第13B図は側面図であり、基板704の上にグラウンドパターン702と、誘
電体基板705とが設けられている。基板704とグラウンドパターン702が一
体形成される場合もある。なお、本実施の形態では、誘電体基板705の内部に

平面エレメント701が形成されている。すなわち、誘電体基板705は、セラミックス・シートを積層して形成され、そのうちの一層として導体の平面エレメント701も形成される。従って、実際は上から見ても第13A図のようには見えない。誘電体基板705内部に平面エレメント701を構成すれば、露出させた場合に比して誘電体の効果が若干強くなるため小型化でき、さびなどに対する信頼性も増す。但し、誘電体基板705表面に平面エレメント701を形成するようにしてもよい。また、誘電率も変更することができ、単層、多層のいずれであってよい。単層ならば基板704上に平面エレメント701を形成することになる。なお、本実施の形態において、誘電体基板705の面はグラウンドパターン702の面と平行又は実質的に平行に配置されている。この配置により、誘電体基板705の一層に含まれる平面エレメント701の面もグラウンドパターン702の面と平行又は実質的に平行になる。

このように平面エレメント701を誘電体基板705で覆うような形で形成すると、誘電体により平面エレメント701周辺の電磁界の様子が変化する。具体的には、誘電体の中の電界密度が増す効果と波長短縮効果が得られるため、平面エレメント701を小型化することができるようになる。また、これらの効果により電流路の打ち上げ角度が変化し、アンテナのインピーダンス等価回路における誘導成分L及び容量成分Cが変化する。即ち、インピーダンス特性に大きな影響が出てくる。このインピーダンス特性への影響を踏まえた上で所望の帯域で所望のインピーダンス特性を得るように平面エレメント701の形状及びグラウンドパターン702の形状の最適化を行う。

本実施の形態において、グラウンドパターン702の上縁部702a及び702bは、グラウンドパターン702の幅が20mmのところ、側端部において長さL72(=2乃至3mm)だけ直線711との交点より下に下がっている。すなわち、グラウンドパターン702は平面エレメント701に対して上縁部702a及び702bからなる先細り形状を有している。平面エレメント701の底辺701bは直線711に対して垂直になっているので、平面エレメント701の底辺701bとグラウンドパターン702との距離は、側端部に向けて連続的且つ線形に増加する。すなわち、本実施の形態に係るアンテナには、平面エレメント70

1とグランドパターン702との距離が連続的に変化する連続変化部が設けられている。このような連続変化部を設けることにより、平面エレメント701とグランドパターン702との結合度合いを調整している。この結合度合いを調整することにより、特に高周波側の帯域を延ばす効果がある。

- 5 本実施の形態に係る平面エレメント701の形状は、より小型化を図ると共に、第14図に示すように所望の周波数帯域（特に低周波域）を得るための電流路713を確保するため、矩形の切欠部714を有する形状となっている。この切欠部714の形状によってアンテナ特性を調整することができる。

10 [実施の形態8]

- 本発明の第8の実施の形態に係るアンテナは、第15図に示すように、平面エレメント801を内部に含み且つ誘電率約2.0の誘電体基板805と、誘電体基板805と併置され且つその上端部802a及び802bが上に凸の曲線であるグランドパターン802と、例えばプリント基板である基板804と、平面エレメント801の給電点801aに接続される高周波電源803とにより構成される。誘電体基板805のサイズは、およそ8mm×10mm×1mmとなっている。また、給電点801aを通る直線811に対して平面エレメント801の底辺801bは垂直になっており、当該底辺801bに接続される辺801cは直線811に平行になっている。また、平面エレメント801の天頂部801dには切欠部814が設けられている。切欠部814は、天頂部801dからグランドパターン802側へ矩形に窪ませることにより形成されている。給電点801aは底辺801bの midpoint に設けられている。なお、第7の実施の形態に係る誘電体基板705に含まれる平面エレメント701と本実施の形態に係る誘電体基板805に含まれる平面エレメント801との差は、底辺の隅切りの有無である。
- 20 平面エレメント801とグランドパターン802とは、給電点801aを通る直線811に対して、左右対称となっている。また、平面エレメント801の底辺801b上の点から直線811に平行にグランドパターン802まで降ろした線分の長さ（以下距離と呼ぶ）についても、直線811に対して左右対称となっている。

グラントパターン８０２の上縁部８０２ a 及び８０２ b が上に凸の曲線（例えば円弧）となっているため、グラントパターン８０２の側端部に向かって、平面エレメント８０１とグラントパターン８０２との距離は漸増してゆく。逆に言えば、鋭角ではないがグラントパターン８０２には平面エレメント８０１の給電点
5 ８０１ a に対して先細り形状が形成されている。

本実施の形態においても、グラントパターン８０２は、平面エレメント８０１を含む誘電体基板８０５を囲むことなく、グラントパターン８０２側と誘電体基板８０５側とが上下に分かれるように形成されている。すなわち、グラントパターン８０２は、誘電体基板８０５の全ての側面を囲うことなく、且つ切欠部８１
10 ４を含む、平面エレメント８０１の縁部に近接する誘電体基板８０５の側面の少なくとも一部に対して開口が設けられるように形成される。

また、側面の構成については第１３Ｂ図と同様である。すなわち、平面エレメント８０１を含む誘電体基板８０５の面と、グラントパターン８０２の面とは平行又は実質的に平行となるように配置されている。

15 グラントパターン８０２の上縁部８０２ a 及び８０２ b の曲線についてはその曲率を調整することにより、所望の周波数帯において所望のインピーダンス特性を得ることができる。

〔実施の形態９〕

20 本発明の第９の実施の形態に係るアンテナは、第１６図に示すように、第８の実施の形態と同じ形状の平面エレメント８０１を含む誘電体基板８０５と、当該誘電体基板８０５に併置され且つその上縁部９０２ a 及び９０２ b がそれぞれ下向きの飽和曲線となっているグラントパターン９０２と、誘電体基板８０５及びグラントパターン９０２が設置される例えばプリント基板である基板９０４と、
25 平面エレメント８０１の給電点８０１ a と接続される高周波電源９０３とから構成される。

平面エレメント８０１とグラントパターン９０２とは、給電点８０１ a を通る直線９１１に対して、左右対称となっている。また、平面エレメント８０１の底辺８０１ b 上の点から直線９１１に平行にグラントパターン９０２まで降ろした

線分の長さ（以下距離と呼ぶ）についても、直線 911 に対して左右対称となっている。

グラントパターン 902 の上縁部 902 a 及び 902 b が、それぞれ直線 911 との交点を起点とする下向きの飽和曲線、すなわち下に凸の曲線となっているため、平面エレメント 801 とグラントパターン 902 との距離は次第に所定の値に漸近するようになる。見方を変えれば、グラントパターン 902 には、誘電体基板 805 に対して先細り形状が形成されている。

本実施の形態においても、グラントパターン 902 は、平面エレメント 801 を含む誘電体基板 805 を囲むことなく、グラントパターン 902 側と誘電体基板 805 側とが上下に分かれるように形成されている。すなわち、グラントパターン 902 は、平面エレメント 801 の全ての縁部を囲うことなく、且つ切欠部を含む、平面エレメント 801 の縁部の少なくとも一部に対して開口が設けられるように形成される。

なお、側面の構成については、ほぼ第 13B 図と同じである。すなわち、平面エレメント 801 を含む誘電体基板 805 の面と、グラントパターン 902 の面とは平行又は実質的に平行となるように配置されている。

グラントパターン 902 の上縁部 902 a 及び 902 b の曲線についてはその曲率を調整することにより、所望の周波数帯域において所定のインピーダンス特性を得ることができる。

20

[実施の形態 10]

本発明の第 8 の実施の形態に係るアンテナのように、給電点 801 a を通る直線 811 に対して左右対称にグラントパターン 802 を形成できる場合は良いが、誘電体基板 805 の実装位置が例えば基板 804 の隅になってしまうと、グラントパターン 802 を左右対称に形成できない場合もある。ここでは、このようにグラントパターンが左右対称にできない場合の最適化例を示す。第 17A 図に示すように、誘電体基板 805 を基板 1004 の左隅に配置しなければならない場合、グラントパターン 1002 は、誘電体基板 805 の中心線 1011 から左部分の辺 1002 a については水平に、右部分の辺 1002 b については傾斜を付

25

けて、さらに辺1002aからL101(=3mm)下がった位置から右側の辺1002cについては水平になるような形状を有している。但し、グラウンドパターン1002には、誘電体基板805に対しては先細り形状が形成されている。なお、グラウンドパターン1002の横幅L103は20mmで、右端の辺の長さ
5 L102は35mmである。また、誘電体基板805のサイズは第8の実施の形態と同じで、8mm×1.0mm×1mmである。

本実施の形態においても、グラウンドパターン1002は、平面エレメントを含む誘電体基板805を囲むことなく、グラウンドパターン1002側と誘電体基板805側とが上下に分かれるように形成されている。すなわち、グラウンドパターン1002は、平面エレメントの全ての縁部を囲うことなく、且つ切欠部を含む
10 平面エレメントの縁部の少なくとも一部に対して開口が設けられるように形成される。

このようなグラウンドパターン1002を形成することにより左右対称の構成とほぼ同様のインピーダンス特性を得ることができるようになった。

15 なお、比較の対象となるアンテナ構成を第17B図に示す。第17B図の例では、誘電体基板805は第17A図と同じものである。グラウンドパターン1022の側端部の長さは35mm(=L102)で、横幅は20mm(=L103)となっている。また、グラウンドパターン1022の上縁部は2本の線分で構成されており、誘電体基板805に対して先細り形状が形成されている。グラウンドパ
20 ターン1022の上縁部の最も高い部分から最も低い部分までの差は3mm(=L101)である。

第17A図のアンテナのインピーダンス特性を第18図に示す。第18図のグラフは、縦軸がVSWRを、横軸が周波数(GHz)を示している。例えばVSWRが2.5以下となる周波数帯域は、およそ3GHzから7.8GHzとなり、
25 広帯域化が実現されている。一方、第17B図のアンテナのインピーダンス特性を第19図に示す。第19図のグラフも、縦軸がVSWRを、横軸が周波数(GHz)を示している。例えばVSWRが2.5以下となる周波数帯域は、およそ3.1GHzから7.8GHzとなり、第18図と第19図ではほぼ同様のインピーダンス特性を得ることができるようになっている。

[実施の形態 11]

本発明の第 11 の実施の形態に係るアンテナの構成を第 20 図に示す。本実施の形態では、矩形の平面導体であり且つ切欠部 1114 が設けられている平面エレメント 1101 を誘電率約 20 の誘電体基板 1105 に形成した場合の例を説明する。本実施の形態に係るアンテナは、平面エレメント 1101 を内部に含み且つ外部電極 1105a が外部に設けられている誘電体基板 1105 と、図示しない高周波電源と接続して平面エレメント 1101 に給電し且つ誘電体基板 1105 の外部電極 1105a と接続するための給電部 1107 と、給電部 1107 を収容するための窪み 1115 を先端に有しており且つ平面エレメント 1101 の給電位置に対して先細り形状が形成されたグランドパターン 1102 とにより構成される。なお、誘電体基板 1105 は、例えばプリント基板である基板 1104 上に設置され、グランドパターン 1102 は当該基板 1104 の内部又は表面に形成される。

外部電極 1105a は、平面エレメント 1101 の突起部 1101a と接続しており、誘電体基板 1105 の裏面（点線部分）まで伸びている。給電部 1107 は、誘電体基板 1105 の側面端部及び裏面に設けられた外部電極 1105a と接触し、点線部分で重なっている。

平面エレメント 1101 には、外部電極 1105a と接続する突起部 1101a と、グランドパターン 1102 の辺 1102a 及び 1102b に対向する辺 1101b と、低周波用の電流路を確保するための腕部 1101c と、天頂部 1101d からグランドパターン 1102 方向に窪ませた矩形の切欠部 1114 とが設けられている。また、辺 1101b と側辺部 1101g とは隅切りにより設けられた辺 1101h を介して接続している。なお、平面エレメント 1101 を含む誘電体基板 1105 は、グランドパターン 1102 に対して併置されている。

なお、本実施の形態では、誘電体基板 1105 の内部に平面エレメント 1101 が形成されている。すなわち、誘電体基板 1105 は、セラミックス・シートを積層して形成され、そのうちの一層として導体の平面エレメント 1101 も形成される。従って、実際は上から見ても第 20 図のようには見えない。但し、誘

電体基板1105表面に平面エレメント1101を形成するようにしてもよい。

グラウンドパターン1102において辺1102a及び1102bで構成され且つ先細り形状を有する先端には、給電部1107を収容するための窪み1115が設けられているため、平面エレメント1101に対向するグラウンドパターン1102の縁部は、一直線になっておらず、2つの辺1102a及び1102bに分割されている。なお、給電位置となる給電部1107の中心を通る直線1111にて、本実施の形態に係るアンテナは左右対称となっている。矩形の切欠部1114及びグラウンドパターン1102の先細り形状部分も左右対称となっている。また、平面エレメント1101の辺1101bとグラウンドパターン1102の辺1102a及び1102bとの距離が直線1111から離れるほど直線的に長くなるように、辺1102a及び1102bには傾斜が設けられている。

本実施の形態においても、グラウンドパターン1102は、平面エレメント1101を含む誘電体基板1105を囲むことなく、グラウンドパターン1102側と誘電体基板1105側とが上下に分かれるように形成されている。すなわち、グラウンドパターン1102は、平面エレメント1101の全ての縁部を囲うことなく、且つ切欠部1114を含む、平面エレメント1101の縁部の少なくとも一部に対して開口が設けられるように形成される。

なお、側面の構成については、給電部1107及び外部電極1105aの部分を除きほぼ第13B図と同じである。すなわち、平面エレメント1101を含む誘電体基板1105の面と、グラウンドパターン1102の面とは平行又は実質的に平行となるように配置されている。

第21図に本実施の形態のアンテナのインピーダンス特性を示す。第21図において、縦軸はVSWRを、横軸は周波数(GHz)を表す。VSWRが2.5以下の周波数帯域は、約3.1GHzから約7.6GHzとなっている。VSWRの値は、高周波帯域では大きく変動する部分があるが、約3.1GHzでVSWRが2.5となるように低周波側の帯域が拡大しており、上でも述べたように切欠部を有する平面エレメントにより低周波帯域側のインピーダンス特性を改善している。

[実施の形態 12]

本発明の第 12 の実施の形態に係るアンテナの構成を第 22 図に示す。本実施の形態では、グラウンドパターン 1202 と対向する部分が円弧となっている平面エレメント 1201 を誘電率約 20 の誘電体基板 1205 に形成した場合の例を

5 説明する。第 12 の実施の形態に係るアンテナは、導体の平面エレメント 1201 を内部に含み且つ外部電極 1205a が外部に設けられている誘電体基板 1205 と、図示しない高周波電源と接続して平面エレメント 1201 に給電し且つ誘電体基板 1205 の外部電極 1205a と接続するための給電部 1207 と、給電部 1207 を収容するための窪み 1215 を有しており且つプリント基板等の

10 の基板 1204 に形成されたグラウンドパターン 1202 とにより構成される。外部電極 1205a は、平面エレメント 1201 の突起部 1201a と接続しており、誘電体基板 1205 の裏面（点線部分）まで伸びている。給電部 1207 は、誘電体基板 1205 の側面端部及び裏面に設けられた外部電極 1205a と接触し、点線部分で重なっている。

15 平面エレメント 1201 には、外部電極 1205a と接続する突起部 1201a と、グラウンドパターン 1202 の辺 1202a に対向する曲線部 1201b と、低周波用の電流路を確保するための腕部 1201c と、天頂部 1201d からグラウンドパターン 1202 方向に窪ませた矩形の切欠部 1214 とが設けられている。平面エレメント 1201 を含む誘電体基板 1205 は、グラウンドパターン 1

20 202 に対して併置されている。

なお、本実施の形態では、誘電体基板 1205 の内部に平面エレメント 1201 が形成されている。すなわち、誘電体基板 1205 は、セラミックス・シートを積層して形成され、そのうちの一層として導体の平面エレメント 1201 も形成される。従って、実際は上から見ても第 22 図のようには見えない。誘電体基

25 板 1205 内部に平面エレメント 1501 を構成すれば、露出させた場合に比して誘電体の効果が若干強くなるため小型化でき、さびなどに対する信頼性も増す。但し、誘電体基板 1205 表面に平面エレメント 1201 を形成するようにしてもよい。

グラウンドパターン 1202 には、給電部 1207 を収容するための窪み 121

5が設けられているため、平面エレメント1201に対向する辺1202aは、一直線になっておらず、2つの辺に分割されている。なお、給電位置となる給電部1207の中心を通る直線1211にて、本実施の形態に係るアンテナは左右対称となっている。矩形の切欠部1214も左右対称である。平面エレメント1201の曲線部1201bとグラウンドパターン1202の辺1202aとの距離は、曲線部1201bに沿って直線1211から離れるほど次第に長くなっている。また、直線1211に対して左右対称である。なお、側面の構成については、給電部1207及び外部電極1205aの部分以外はほぼ第13B図と同じである。すなわち、平面エレメント1201を含む誘電体基板1205の面と、グラウンドパターン1202の面とは平行又は実質的に平行となるように配置されている。

本実施の形態においても、グラウンドパターン1202は、平面エレメント1201を含む誘電体基板1205を囲むことなく、グラウンドパターン1202側と誘電体基板1205側とが上下に分かれるように形成されている。すなわち、グラウンドパターン1202は、平面エレメント1201の全ての縁部を囲うことなく、且つ切欠部1214を含む、平面エレメント1201の縁部の少なくとも一部に対して開口が設けられるように形成される。

第23図に本実施の形態のアンテナのインピーダンス特性を示す。第23図において、縦軸はVSWRを、横軸は周波数（GHz）を表す。VSWRが2.5以下の周波数帯域は、約3.2GHzから約8.2GHzとなっている。第11の実施の形態に係るインピーダンス特性（第21図）と本実施の形態に係るインピーダンス特性（第23図）とを比較すると、低周波域の特性がほぼ変わらないのに対し、高周波域の特性は大きく異なっている。第11の実施の形態に係る平面エレメント1101の形状と本実施の形態に係る平面エレメント1201の形状とでは、矩形の切欠部が存在する部分は同じであり、第21図と第23図の比較からも、矩形の切欠部が低周波域の特性改善に寄与していることが分かる。一方、第11の実施の形態に係る平面エレメント1101の形状と本実施の形態に係る平面エレメント1201の形状とでは、平面エレメントとグラウンドパターンとの距離という点において異なっており、この異なる部分は第21図及び第23

図の比較などから全周波数帯域に影響し、特に高周波域においてその影響が顕著であることが分かる。

[実施の形態13]

- 5 以下の実施の形態13乃至16では、グランド形状の最適化例及び無線通信カードへの適用例を示す。基本的には第11の実施の形態（第20図）に示した誘電体基板1105及び平面エレメント1101並びにグランドパターン1102の形状を用いる。このような形状を採用することにより、約3GHzから12GHzという超広帯域アンテナを実現することができる。特に、グランドパターン
- 10 1102には平面エレメント1101の給電位置1101aに対して先細り形状が形成されているので、平面エレメント1101とグランドパターン1102との結合度合いを調整することができ、結果として好ましいインピーダンス特性に得ることができるようになる。なお、第20図に示した平面エレメント1101の底辺部分に設けられた辺1101hについては設けなくともよい。
- 15 本実施の形態では、PCカードやコンパクトフラッシュ（登録商標）（CF）カードなどの、パーソナルコンピュータやPDA（Personal Digital Assistant）などのスロットに挿入して用いる無線通信カードに適用する場合の例を第24図に示す。第24図には、第11の実施の形態に係る誘電体基板と同じ誘電体基板1105と、給電位置1101aに接続される高周波電源1303と、グランドパターン1302とを有するプリント基板1304が示されている。誘電体基板1105は、プリント基板1304の右又は左上端部に、グランドパターン1302に対してL132（＝1mm）離れて設置される。グランドパターン1302には、誘電体基板1105に対向する辺1302a及び1302bにより、給電位置1101aに対して先細り形状が形成されている。給電位置1101aに最も近い、グランドパターン1302の点とプリント基板1304の右側端部と辺1302aとが交わる点の高さの差L133は、2乃至3mmであるが、以下でインピーダンス特性を比較する際にはこの長さを変えた場合の特性を説明する。先細り形状は、給電位置1101aを通る直線に対して対称となっているが、辺1302bは、長さL133の垂直の辺1302cと接続しており、当該辺13

02cは水平の辺1302dに接続している。第24図では辺1302dは水平で、誘電体基板1105とグラウンドパターン1302はその領域が上下に分けられている。すなわち、グラウンドパターン1302は、誘電体基板1105に含まれる平面エレメントの全ての縁部を囲うことなく、且つ切欠部を含む平面エレメントの縁部の少なくとも一部に対して開口が設けられるように形成される。なお、長さL131は10mmである。

[実施の形態14]

本実施の形態に係る無線通信カードのプリント基板1404を第25図に示す。

10 本実施の形態に係るプリント基板1404は、第11の実施の形態に係る誘電体基板と同じ誘電体基板1105と、給電位置1101aに接続される高周波電源1403と、グラウンドパターン1402とを有する。誘電体基板1105は、プリント基板1404の右上端部に、グラウンドパターン1402に対してL132 (=1mm) 離れて設置される。グラウンドパターン1402には、誘電体基板1

15 105に対向する辺1402a及び1402bにより、平面エレメント1101の給電位置1101aに対して先細り形状が形成されている。グラウンドパターン1402と誘電体基板1105の最短距離はL132となる。給電位置1101aに最も近い、グラウンドパターン1402の点とプリント基板1404の右側端部と辺1402aとが交わる点の高さの差L133は2乃至3mmである。辺1

20 402a及び1402bにより構成される先細り形状は、給電位置1101aを通る直線に対して対称となっているが、辺1402bは、長さL133の垂直の辺1402cと接続しており、当該辺1402cは水平の辺1402dに接続している。本実施の形態では、辺1402dはさらに垂直の辺1402eに接続している。これにより、グラウンドパターン1402は、辺1402e、辺1402

25 d、辺1402c、辺1402b、及び辺1402aにより誘電体基板1105を部分的に囲うように形成されている。すなわち、グラウンドパターン1402は、平面エレメント1101の全ての縁部を囲うことなく、且つ切欠部1114を含む、平面エレメント1101の縁部の少なくとも一部に対して開口が設けられるように形成される。本実施の形態では、平面エレメント1101の、切欠部11

14を含む上縁部及び右側縁部に対向するグラウンドパターン1402は設けられておらず、プリント基板1404のカバーを考慮しなければ、開口が設けられていると言える。なお、L131は10mmである。また、第25図では、右上端に誘電体基板1105を配置する一例を示しているが、左上端に誘電体基板1105を配置するようにしても良い。その際には、誘電体基板1105の右側にグラウンドパターン1402の領域が伸びるようになる。

第26図にL133の長さによる差及び誘電体基板1105の左のグラウンド領域1402fの存在の有無の差によるインピーダンス特性の差を比較するための図を示す。第26図において、縦軸はVSWRを、横軸は周波数(MHz)を示し、一点鎖線はL133を3mmとし且つグラウンド領域1402fを設けた場合の特性を、点線はL133を3mmとした場合の特性を、二点鎖線はL133を0mmとした場合の特性を、実線はL133を2mmとした場合の特性を、太線はL133を2.5mmとした場合の特性を示す。L133=0mmの特性を表す二点鎖線は、約7700MHz以降の特性が悪いことが分かる。また、L133=2mmの特性を表す実線は、約7800MHzに比較的大きいピークが発生している。L133=2.5mmの特性を表す太線においても、約7900MHzに実線よりは低いピークが発生している。L133=3mmの特性を表す点線を見ると、約6400MHzから約8000MHzにVSWRが2を上回る部分があるが、ピークは低くなっており、約8000MHz以降の特性は12000MHz近くで再度VSWRが2を超えるまで良好な特性を示している。また、低周波帯域においてもL133=2.5mm以下のものよりもVSWRの値が低くなっている。L133=3mmでグラウンド領域1402fを追加した場合の特性を示す一点鎖線を見ると、約4500MHz部分に低いピークが発生していることを除けば、約3500MHz以降ずっとVSWRが2以下になっている。VSWRの閾値を2.4程度にすれば、約3000MHzから12000MHzという超広帯域を実現できている。このように誘電体基板1105の左側のグラウンド領域1402fを追加することにより、約6000MHzから9000MHzまでと低周波域の約3000MHzから4000MHzまでのVSWRが改善されるという効果がある。

[実施の形態 15]

本実施の形態では、第 14 の実施の形態をダイバーシティ・アンテナに適用した場合の例を示す。通常スペース・ダイバーシティ・アンテナは、 $1/4$ 波長離れた 2 つのアンテナを切り替えて使用する。従って、第 27 図に示すように、2 つの誘電体基板をプリント基板 1504 の左右の上端部に配置する。

第 1 のアンテナとしては、第 11 の実施の形態における誘電体基板と同じ誘電体基板 1105 と、給電位置 1101 a に接続される高周波電源 1503 a と、グラウンドパターン 1502 とを含む。誘電体基板 1105 は、プリント基板 1504 の右上端部に、グラウンドパターン 1502 に対して垂直方向に 1 mm 離れて設置される。グラウンドパターン 1502 の辺 1502 a 及び 1502 b により、平面エレメント 1101 の給電点 1101 a に対して先細り形状が形成される。給電位置 1101 a に最も近いグラウンドパターン 1502 の点とプリント基板 1504 の右側端部と辺 1502 a とが交わる点の高さの差は 2 乃至 3 mm である。

辺 1502 a 及び 1502 b により構成される先細り形状は、給電位置 1101 a を通る直線に対して対称となっているが、辺 1502 b は垂直の辺 1502 c と接続しており、当該辺 1502 c は水平の辺 1502 d に接続している。辺 1502 d はさらに垂直の辺 1502 e に接続している。すなわち、グラウンドパターン 1502 に、誘電体基板 1105 の左側面に対向し且つ第 2 のアンテナから分離するための部分 1502 f が追加されている。これにより、グラウンドパターン 1502 は、辺 1502 e、辺 1502 d、辺 1502 c、辺 1502 b、及び辺 1502 a により誘電体基板 1105 を部分的に囲う形状を有している。すなわち、グラウンドパターン 1502 は、平面エレメント 1101 の全ての縁部を囲うことなく、且つ切欠部 1114 を含む、平面エレメント 1101 の縁部の少なくとも一部に対して開口が設けられるように形成される。本実施の形態では、平面エレメント 1101 の、切欠部 1114 を含む上縁部及び右側縁部に対向するグラウンドパターン 1502 は設けられておらず、プリント基板 1504 のカバーを考慮しなければ、開口が設けられていると言える。

第 2 のアンテナとしては、誘電体基板 1105 と同じ誘電体基板 1505 と、

給電位置1501aに接続される高周波電源1503bと、グランドパターン1502とを含む。誘電体基板1505は、プリント基板1504の左上端部に、グランドパターン1502に対して垂直方向に1mm離れて設置される。グランドパターン1502の辺1502g及び1502hにより、誘電体基板1505

5 に含まれる平面エレメントの給電位置1501aに対して先細り形状が形成されている。給電位置1501aに最も近いグランドパターン1502の点とプリント基板1504の左側端部と辺1502gとが交わる点の高さの差は2乃至3mmである。辺1502g及び1502hにより構成される先細り形状は、給電位置1501aを通る直線に対して対称となっているが、辺1502hは垂直の辺

10 1502iと接続しており、当該辺1502iは水平の辺1502jに接続している。辺1502jはさらに垂直の辺1502kに接続している。グランドパターン1502には、誘電体基板1505の右側面に対向し且つ第1のアンテナから分離するための部分1502fが存在している。これにより、グランドパターン1502は、辺1502g、辺1502h、辺1502i、辺1502j及び

15 辺1502kにより誘電体基板1505を部分的に囲う形状を有している。すなわち、グランドパターン1502は、誘電体基板1505に含まれる平面エレメントの全ての縁部を囲うことなく、且つ切欠部を含む、平面エレメントの縁部の少なくとも一部に対して開口が設けられるように形成される。本実施の形態では、平面エレメントの、切欠部を含む上縁部及び左側縁部に対向するグランドパターン

20 1502は設けられておらず、プリント基板1504のカバーを考慮しなければ、開口が設けられていると言える。基本的にこの無線通信カードのプリント基板1504は直線1511に対して左右対称となっている。

このようにすれば無線通信カードにおいてスペース・ダイバーシティ・アンテナを実装することができるようになる。

25

[実施の形態16]

本実施の形態では、第11の実施の形態に係るアンテナをスティック型カードに適用した場合の例を第28図に示す。本実施の形態に係るプリント基板1604は、第11の実施の形態における誘電体基板と同じ誘電体基板1105と、給

電位位置 1101a から接続される高周波電源 1603 と、グランドパターン 1602 とを有する。誘電体基板 1105 は、プリント基板 1604 の上端部に、グランドパターン 1602 に対して L162 (=1mm) 離れて設置される。グランドパターン 1602 には、辺 1602a 及び 1602b により、誘電体基板 1105 の給電位置 1101a に対して先細り形状が形成されている。給電位置 1101a に最も近いグランドパターン 1602 の点とプリント基板 1604 の側端部と辺 1602a 又は 1602b とが交わる点の高さの差 L163 は 2 乃至 3 mm となっている。また先細り形状が形成されたグランドパターン 1602 は、給電位置 1101a を通る直線に対して対称となっている。なお、L161 は 10 mm である。

本実施の形態においても、グランドパターン 1602 は、平面エレメントを含む誘電体基板 1105 を囲むことなく、グランドパターン 1602 側と誘電体基板 1105 側とが上下に分かれるように形成されている。すなわち、グランドパターン 1602 は、平面エレメントの全ての縁部を囲うことなく、且つ切欠部を含む平面エレメントの縁部の少なくとも一部に対して開口が設けられるように形成される。

このように誘電体基板 1105 を用いれば、小さなスティック型カードに実装可能となる。

20 [実施の形態 17]

本発明の第 17 の実施の形態に係るアンテナの構成を第 29A 図及び第 29B 図に示す。第 29A 図に示すように、本実施の形態に係るアンテナは、平面エレメント 1701 を内部に含み且つ誘電率が約 2.0 の誘電体基板 1705 と、誘電体基板 1705 に併置されるグランドパターン 1702 と、例えばプリント基板（より具体的には例えば、FR-4、テフロン（登録商標）などを素材とする樹脂基板）である基板 1704 と、平面エレメント 1701 の給電点 1701a に接続される高周波電源 1703 とにより構成される。平面エレメント 1701 は、T 字に類似した形状を有しており、誘電体基板 1705 の端部に沿った底辺 1701b と上方に伸びる辺 1701c と第 1 の傾斜角を有する辺 1701d と第 1

の傾斜角より大きな傾斜角を有する辺1701eと天頂部1701fとにより構成される。給電点1701aは、誘電体基板1705の端部に沿った底辺1701bの midpoint に設けられている。本実施の形態では誘電体基板1705とグランドパターン1702との距離L171は、1.5mmである。また、グランドパターン1702の幅は20mmである。

また、給電点1701aを通る直線1711に対して平面エレメント1701とグランドパターン1702とは左右対称となっている。また、平面エレメント1701の辺1701c、1701d及び1701e上の点から直線1711に平行にグランドパターン1702まで降ろした線分の長さ（以下、距離と呼ぶ）についても、直線1711に対して左右対称となっている。すなわち、直線1711との間隔が同じであれば、距離は同じになる。

本実施の形態では、誘電体基板1705に面するグランドパターン1702の辺1702aは直線となっている。従って、距離は、辺1701c、1701d及び1701eの任意の点が当該辺1701c、1701d及び1701eを移動するにつれて漸次増加するようになっている。すなわち、上記の任意の点が直線1711から離れる程、距離は増加する。

辺1701c、1701d及び1701eを接続することにより構成される折れ線は曲線ではないものの、距離が飽和的に増加するように傾きが段階的に変更されている。言い換えれば、直線1711から離れると最初は急激に距離が増加するが次第に増加率が減少している。すなわち、直線1711からみて同じ側にある天頂部1701fの端点と底辺1701bの端点を結ぶ直線から内側に削ったような形状になっている。

本実施の形態では、グランドパターン1702の辺1702aに対向する平面エレメント1701の側縁部は1701c、1701d及び1701eの3つの線分で構成されている。しかし、距離が飽和的に増加するという条件を満たしていれば、この側縁部の形状はこれに限定されない。辺1701c、1701d及び1701eの代わりに、2以上の任意数の線分で構成される折れ線を採用してもよい。また、辺1701c、1701d及び1701eの代わりに、直線1711からみて同じ側にある天頂部1701fの端点と底辺1701bの端点を結

ぶ直線に対して上に凸の曲線であってもよい。すなわち、平面エレメント1701から見れば、内側に凸の曲線である。

いずれの形状を採用するにせよ、直線1711から離れるに従って距離は連続的に変化し、この連続変化部分の存在により下限周波数以上において連続的な共振特性を得ることができる。なお、下限周波数の調整は平面エレメント1701の高さを変更することによって行う。但し、天頂部1701fの長さや、逆円弧状の側縁部の形状・長さによっても制御可能である。

本実施の形態においても、グラウンドパターン1702は、平面エレメント1701を含む誘電体基板1705を囲むことなく、グラウンドパターン1702側と誘電体基板1705側とが上下に分かれるように形成されている。すなわち、グラウンドパターン1702は、平面エレメント1701の全ての縁部を囲うことなく、平面エレメント1701の縁部の少なくとも一部に対して開口が設けられるように形成される。

第29B図は側面図であり、基板1704の上にグラウンドパターン1702と、誘電体基板1705とが設けられている。基板1704とグラウンドパターン1702が一体形成される場合もある。なお、本実施の形態では、誘電体基板1705の内部に平面エレメント1701が形成されている。すなわち、誘電体基板1705は、セラミックス・シートを積層して形成され、そのうちの一層として導体の平面エレメント1701も形成される。従って、実際は上から見ても第29A図のようには見えない。誘電体基板1705内部に平面エレメント1701を構成すれば、露出させた場合に比して誘電体の効果が若干強くなるため小型化でき、さびなどに対する信頼性も増す。但し、誘電体基板1705表面に平面エレメント1701を形成するようにしてもよい。また、誘電率も変更することができ、単層基板、多層基板のいずれを用いてもよい。単層基板ならば誘電体基板1705上に平面エレメント1701を形成することになる。なお、本実施の形態において、誘電体基板1705の面はグラウンドパターン1702の面と平行又は実質的に平行に配置されている。この配置により、誘電体基板1705の一層に含まれる平面エレメント1701の面もグラウンドパターン1702の面と平行又は実質的に平行になる。

このように平面エレメント1701を誘電体基板1705で覆うような形で形成すると、誘電体により平面エレメント1701周辺の電磁界の様子が変化する。具体的には、誘電体の中の電界密度が増す効果と波長短縮効果が得られるため、平面エレメント1701を小型化することができるようになる。また、これらの

5 効果により電流路の打ち上げ角度が変化し、アンテナのインピーダンス等価回路における誘導成分L及び容量成分Cが変化する。即ち、インピーダンス特性に大きな影響が出てくる。このインピーダンス特性への影響を踏まえた上で4.9GHzから5.8GHzの帯域で所望のインピーダンス特性を得るように形状の最適化を行うと第29A図に示したような形状となった。この帯域幅は従来に比して

10 非常に広い。

[実施の形態18]

本発明の第18の実施の形態に係るアンテナの構成を第30図に示す。第30図に示すように、本実施の形態に係るアンテナは、平面エレメント1801を内部に含み且つ誘電率が約20の誘電体基板1805と、誘電体基板1805に併

15 置されるグランドパターン1802と、例えばプリント基板である基板1804と、平面エレメント1801の給電点1801aに接続される高周波電源1803とにより構成される。平面エレメント1801及び誘電体基板1805は、第17の実施の形態における平面エレメント1701及び誘電体基板1705と同じである。本実施の形態では誘電体基板1805とグランドパターン1802との距離L181は、1.5mmである。また、グランドパターン1802の幅は20mmである。

20

また、給電点1801aを通る直線1811に対して平面エレメント1801とグランドパターン1802とは左右対称となっている。また、平面エレメント

25 1801の辺1801c、1801d及び1801e上の点から直線1811に平行にグランドパターン1802まで降ろした線分の長さ（以下、距離と呼ぶ）についても、直線1811に対して左右対称となっている。すなわち、直線1811との間隔が同じであれば、距離は同じになる。

本実施の形態では、誘電体基板1805に面するグランドパターン1802の

辺1802a及び1802bは、直線1811から遠くなるほど平面エレメント1801とグラウンドパターン1802の距離が、より長くなるように傾けられている。本実施の形態では、側端部において長さL182(=2乃至3mm)だけ直線1811との交点より下に下がっている。すなわち、グラウンドパターン1802は誘電体基板1805に対して上縁部1802a及び1802bからなる先細り形状を有している。

本実施の形態においても、グラウンドパターン1802は、平面エレメント1801を含む誘電体基板1805を囲むことなく、グラウンドパターン1802側と誘電体基板1805側とが上下に分かれるように形成されている。すなわち、グラウンドパターン1802は、平面エレメント1801の全ての縁部を囲うことなく、平面エレメント1801の縁部の少なくとも一部に対して開口が設けられるように形成される。

また、側面の構成については第29B図とほぼ同様である。すなわち、平面エレメント1801を含む誘電体基板1805の面と、グラウンドパターン1802の面とは平行又は実質的に平行となるように配置されている。

本実施の形態のようにグラウンドパターン1802の辺1802a及び1802bを傾けることにより、4.9GHz乃至5.8GHzの帯域においては、第17の実施の態様に係るアンテナより、インピーダンス特性が良くなっていることが確認されている。

20

[実施の形態19]

本発明の第19の実施の形態に係るアンテナの構成を第31図に示す。本実施の形態では、5GHz帯の広域アンテナの例を説明する。第19の実施の形態に係るアンテナは、T型に類似した形状の平面エレメント1901を内部に含み且つ外部電極1905aが外部に設けられている誘電体基板1905と、図示が省略された高周波電源と接続して平面エレメント1901に給電し且つ誘電体基板1905の外部電極1905aと接続するための給電部1907と、給電部1907を收容するための窪み1915を有しており且つプリント基板等に形成されたグラウンドパターン1902とにより構成される。外部電極1905aは、平面

25

エレメント1901の下部と接続しており、誘電体基板1905の裏面（点線部分）まで伸びている。給電部1907は、誘電体基板1905の側面端部及び裏面の外部電極1905aと接触し、点線部分で重なっている。

平面エレメント1901には、外部電極1905aと接続する端部と、グランドパターン1902の辺1902aに対向する曲線1901bと、天頂部1901cとが設けられている。なお、平面エレメント1901を含む誘電体基板1905は、グランドパターン1902に対して併置されている。

なお、本実施の形態では、誘電体基板1905の内部に平面エレメント1901が形成されている。すなわち、誘電体基板1905は、セラミックス・シートを積層して形成され、そのうちの一層として導体の平面エレメント1901も形成される。従って、実際は上から見ても第31図のようには見えない。但し、誘電体基板1905表面に平面エレメント1901を形成するようにしてもよい。

グランドパターン1902には、給電部1907を収容するための窪み1915が設けられているため、平面エレメント1901に対向する辺1902aは、一直線になっておらず、2つの辺に分割されている。なお、給電位置となる給電部1907の中心を通る直線1911にて、本実施の形態に係るアンテナは左右対称となっている。平面エレメント1901の曲線1901bとグランドパターン1902の辺1902aとの距離は、直線1911から離れるほど曲線に従って長くなっている。また、距離についても直線1911について左右対称となっている。但し、曲線1901bは、平面エレメント1901の内側に凸となっているため、その距離は直線1911から離れるほど飽和的になっている。言い換えれば、直線1911から離れると最初は急激に距離が増加するが次第に増加率が減少している。なお、側面の構成については、外部電極1905aと給電部1907と窪み1915の部分を除けば第29B図と同じである。すなわち、平面エレメント1901を含む誘電体基板1905の面と、グランドパターン1902の面とは平行又は実質的に平行となるように配置されている。すなわち、グランドパターン1902と平面エレメント1901とは互いに完全には重なることなく、それらの面は互いに平行又は実質的に平行である。

本実施の形態においても、グランドパターン1902は、平面エレメント19

01を含む誘電体基板1905を囲むことなく、グラウンドパターン1902側と誘電体基板1905側とが上下に分かれるように形成されている。すなわち、グラウンドパターン1902は、平面エレメント1901の全ての縁部を囲うことなく、平面エレメント1901の縁部の少なくとも一部に対して開口が設けられるように形成される。

[実施の形態20]

本発明の第20の実施の形態に係るアンテナは、2.4GHz帯と5GHz帯のデュアルバンドアンテナである。本デュアルバンドアンテナは、第32図に示すように、平面導体の第1エレメント2001と第1エレメント2001の天頂中央から伸びる共振エレメントである第2エレメント2006とを内部に含む誘電体基板2005と、誘電体基板2005と間隔L202(=1.5mm)を隔てて併置され且つ誘電体基板2005に対して上縁部が先細り形状を有するグラウンドパターン2002と、誘電体基板2005とグラウンドパターン2002とが設置される基板2004と、第1エレメント2001の底辺中央部に設けられた給電点2001aと接続される高周波電源2003とにより構成される。誘電体基板2005のサイズは、例えば8mm×4.5mm×1mmである。

第1エレメント2001は、T字に類似した形状を有しており、より具体的には第29A図に示した平面エレメント1701と同様の形状を有する。この第1エレメント2001の高さL201により、5GHz帯の帯域制御を行う。但し、天頂部の辺の長さや、逆円弧状の側縁部の形状・長さによっても制御可能である。

グラウンドパターン2002は、幅20mmのところ、給電点2001aを通る直線2011との交点から両側端部に向かってL203(=2乃至3mm)下がっている。すなわち、グラウンドパターン2002は誘電体基板2005に対して上縁部2002a及び2002bからなる先細り形状を有している。

なお、側面の構成については第2エレメント2006の部分を除けば第29B図とほぼ同じである。すなわち、第1エレメント2001及び第2エレメント2006を含む誘電体基板2005の面と、グラウンドパターン2002の面とは平行又は実質的に平行となるように配置されている。但し、第2エレメント200

6は第1エレメント2001と同層に設けられている。

第1エレメント2001とグランドパターン2002は、直線2011に対して左右対称となっている。また、第1エレメント2001の側縁部上の点から直線2011に平行にグランドパターン2002まで降ろした線分の長さ（以下、
5 距離と呼ぶ）も、直線2011に対して左右対称となっている。さらに、上記の距離は、第1エレメント2001の側縁部を直線2011から離れるように移動するにつれて漸次増加するようになっている。

このような第1エレメント2001とグランドパターン2002の形状により、インピーダンス特性を制御する。また、2.4GHz帯の共振周波数は、第1エレメント2001との接続部から開放端までの第2エレメント2006の長さを調整することにより制御する。なお、第2エレメント2006の形状は、第1エレメント2001の特性に悪影響を及ぼさないように小型化を図るため、折り曲げられている。
10

このような形状を採用することにより、5GHz帯と2.4GHz帯の電氣的特性を個別に制御できるようになる。5GHz帯と2.4GHz帯は、無線LAN (Local Area Network) の規格で用いられる帯域であり、その両方の周波数帯に対応できる本実施の形態は非常に有用である。
15

[実施の形態21]

20 本発明の第21の実施の形態に係るアンテナは、2.4GHz帯と5GHz帯のデュアルバンドアンテナである。本デュアルバンドアンテナは、第33図に示すように、平面導体の第1エレメント2101と第1エレメント2101の天頂中央から伸びる共振エレメントである第2エレメント2106とを内部に含む誘電体基板2105と、誘電体基板2105と間隔L212 (=1.5mm) を隔てて併置され且つ誘電体基板2105に対して上縁部が先細り形状を有するグランドパターン2102と、誘電体基板2105とグランドパターン2102とが設置される基板2104と、第1エレメント2101の底辺中央部に設けられた給電点2101aと接続される高周波電源2103とにより構成される。誘電体
25 基板2105のサイズは、例えば10mm×5mm×1mmである。

第1エレメント2101は、T字に類似した形状を有しており、より具体的には第29A図に示した平面エレメント1701と同様の形状を有する。この第1エレメント2101の高さL211により、5GHz帯の帯域制御を行う。但し、天頂部の辺の長さや、逆円弧状の側縁部の形状・長さによっても制御可能である。

- 5 グラウンドパターン2102は、幅20mmのところ、給電点2101aを通る直線2111との交点から両側端部に向かってL213（＝2乃至3mm）下がっている。すなわち、グラウンドパターン2102は誘電体基板2105に対して上縁部2102a及び2102bからなる先細り形状を有している。側面の構成については第2エレメント2106の部分を除けば第29B図とほぼ同じである。
- 10 すなわち、第1エレメント2101及び第2エレメント2106を含む誘電体基板2105の面と、グラウンドパターン2102の面とは平行又は実質的に平行となるように配置されている。但し、第2エレメント2106は第1エレメント2101と同層に設けられている。

- 15 第1エレメント2101、第2エレメント2106及びグラウンドパターン2102は、直線2111に対して左右対称となっている。また、第1エレメント2101の側縁部上の点から直線2111に平行にグラウンドパターン2102まで降ろした線分の長さ（以下、距離と呼ぶ）も、直線2111に対して左右対称となっている。さらに、上記の距離は、第1エレメント2101の側縁部を直線2111から離れるように移動するにつれて漸次増加するようになっている。

- 20 このような第1エレメント2101とグラウンドパターン2102の形状により、インピーダンス特性を制御する。また、2.4GHz帯の共振周波数は、第1エレメント2101との接続部から開放端までの第2エレメント2106の長さを調整することにより制御する。なお、第2エレメント2106のミアンダ部分は上寄りに形成されている。これは、第1エレメント2101の特性に悪影響を与えないようにしながら、限られたスペースの中で効率的な配置を行うためである。
- 25 第34図に示すように、スペース2116は、第1エレメント2101の特性に悪影響を及ぼす部分であり、この部分に第2エレメント2106が配置されないような構成となっている。また、第2エレメント2106は、少なくとも点線2121より第1エレメント2101側の領域には配置されない。この点線212

1は、給電点2101aから遠い方の第1エレメント2101の側縁部の端点を始点として直線2111に対して平行に給電点2101aの方向に伸ばした半直線である。

このような形状を採用することにより、5GHz帯と2.4GHz帯の電氣的特性を個別に制御できるようになる。5GHz帯と2.4GHz帯は、無線LANの規格で用いられる帯域であり、その両方の周波数帯に対応できる本実施の形態は非常に有用である。

例えば第35A図及び第35B図に示すような実装形態を採用した場合のアンテナ特性を示しておく。第35A図及び第35B図に示すように、第33図に示したものと同一誘電体基板2105は、上縁部が水平のグランドパターン2108と1.5mm隔てて併置される。第33図で示したように、誘電体基板2105は、そのサイズが10mm×5mm×1mmであり、第1エレメント2101と第2エレメント2106とを含む。一方、グランドパターン2108のサイズは、高さ4.7mm、幅1.2mmである。基板2104の厚さは0.8mmである。

15 10 20 25

なお、第35A図において示されている図はXY平面であり、第35B図において示されている図はXZ平面であるものとする。

このとき、第2エレメント2106のインピーダンス特性は第36図に示すようになる。第36図において縦軸はVSWRであり、横軸は周波数（GHz）である。最もVSWRが小さい周波数は約2.45GHzであり、VSWRが2以下の周波数帯は、約2.20GHzから2.67GHzといったように、約470MHz程度確保されている。一方、第1エレメント2101のインピーダンス特性は第37図に示すようになる。最もVSWRが小さい周波数は約5.2GHzであり、VSWRが2以下の周波数帯は、約4.6GHzから6GHz以上であり、少なくとも1.4GHz確保されている。このように、第2エレメント2106も第1エレメント2101も広帯域が実現されている。すなわち、本実施の形態に係るアンテナが、デュアルバンドアンテナとして十分な機能を有することを示している。なお、グランドパターン2108には、誘電体基板2105に向けてテーパーを付してもよい。

また、第35A図及び第35B図に示したアンテナの指向性についても第38

- A図乃至第38F図に示す。第38A図は、送信側アンテナから2.45GHzの電波を送信し、第35A図及び第35B図に示した受信側アンテナをXY平面を測定面として回転させた際の放射パターンを示す。なお、同心円については、中心が-45dBi、一番外側の円が5dBi、各円の間隔が10dBiである。
- 5 ここで内側の実線は送信側アンテナから垂直偏波の電波を送信した場合の受信側アンテナの放射パターンを、外側の太線は送信側アンテナから水平偏波の電波を送信した場合の受信側アンテナの放射パターンを示す。水平偏波の方が全ての方向においてゲインが大きいことが分かる。また、垂直偏波の場合0°、-90°及び180°方向に指向性があるように見える。なお、右上の絵は、第35A図
- 10 及び第35B図のアンテナを示している。黒塗りの部分が、誘電体基板2105が設置される位置である。垂直矢印は0°の方向を示しており、+θの方向に角度が増加するようになっている。
- 同様に、第38B図は、送信側アンテナから2.45GHzの電波を送信し、第35A図及び第35B図に示した受信側アンテナをYZ平面を測定面として回
- 15 転させた際の放射パターンを示す。上と同様に実線は送信側アンテナから垂直偏波の電波を送信した場合の受信側アンテナの放射パターンを、太線は送信側アンテナから水平偏波の電波を送信した場合の受信側アンテナの放射パターンを示す。水平偏波の方は0°及び180°方向に指向性があるように見える。また、垂直偏波の方は0°、90°及び180°方向に指向性があるように見える。なお、
- 20 右上の絵の意味は同じである。
- 第38C図は、送信側アンテナから2.45GHzの電波を送信し、第35A図及び第35B図に示した受信側アンテナをXZ平面を測定面として回転させた際の放射パターンを示す。上と同様に実線は送信側アンテナから垂直偏波の電波を送信した場合の受信側アンテナの放射パターンを、太線は送信側アンテナから
- 25 水平偏波の電波を送信した場合の受信側アンテナの放射パターンを示す。水平偏波の方は0°及び180°方向に指向性があるように見える。また、垂直偏波の方は無指向性を示している。なお、右上の絵の意味は同じである。
- 第38D図は、送信側アンテナから5.4GHzの電波を送信し、第35A図及び第35B図に示した受信側アンテナをXY平面を測定面として回転させた際

の放射パターンを示す。上と同様に実線は送信側アンテナから垂直偏波の電波を送信した場合の受信側アンテナの放射パターンを、太線は送信側アンテナから水平偏波の電波を送信した場合の受信側アンテナの放射パターンを示す。水平偏波の方は 45° 、 135° 、 -45° 及び -135° 方向に指向性があるように見える。また、垂直偏波の方は 90° 方向を除き無指向性のように見える。なお、右上の絵の意味は同じである。

第38E図は、送信側アンテナから5.4GHzの電波を送信し、第35A図及び第35B図に示した受信側アンテナをYZ平面を測定面として回転させた際の放射パターンを示す。上と同様に実線は送信側アンテナから垂直偏波の電波を送信した場合の受信側アンテナの放射パターンを、太線は送信側アンテナから水平偏波の電波を送信した場合の受信側アンテナの放射パターンを示す。水平偏波の方は 45° 、 135° 、 -45° 及び -135° 方向に指向性があるように見える。また、垂直偏波の方は複雑な形状の指向性があるように見える。なお、右上の絵の意味は同じである。

第38F図は、送信側アンテナから5.4GHzの電波を送信し、第35A図及び第35B図に示した受信側アンテナをXZ平面を測定面として回転させた際の放射パターンを示す。上と同様に実線は送信側アンテナから垂直偏波の電波を送信した場合の受信側アンテナの放射パターンを、太線は送信側アンテナから水平偏波の電波を送信した場合の受信側アンテナの放射パターンを示す。水平偏波の方は複雑な形状の指向性があるように見える。また、垂直偏波の方は -45° 方向を除き無指向性のように見える。なお、右上の絵の意味は同じである。

第39図に平均ゲインのデータをまとめておく。各平面につき、垂直偏波(V)と水平偏波(H)に対する2.45GHzの平均ゲイン及び5.4GHzの平均ゲインが示されている。さらに、2.45GHzと5.4GHzのトータルの平均ゲインも示されている。これを見ると、2.45GHzではXZ平面における垂直偏波のゲインが高く、水平偏波であれば、YZ平面又はXY平面でゲインが高い。また、5.4GHzではYZ平面又はXY平面の水平偏波のゲインが高く、垂直偏波であればXZ平面が比較的ゲインが高い。

[実施の形態 2 2]

本発明の第 2 2 の実施の形態に係るアンテナは、2.4GHz 帯と 5GHz 帯のデュアルバンドアンテナであって、ここでは第 2 1 の実施の形態に係る誘電体基板 2 1 0 5 をさらに小型化するための工夫について説明する。本デュアルバンドアンテナは、第 4 0 A 図の側面図に示すように、誘電体基板 2 2 0 5 の比較的下方の層に平面導体の第 1 エLEMENT 2 2 0 1 と共振ELEMENTである第 2 エLEMENTの第 1 部分 2 2 0 6 a を形成し、誘電体基板 2 2 0 5 の比較的上方の層に第 2 エLEMENTの第 2 部分 2 2 0 6 b を形成し、それらを 2 つの外部電極 2 2 0 5 a により接続する構造を有する。第 4 0 B 図に第 1 エLEMENT 2 2 0 1 と第 2 エLEMENTの第 1 部分 2 2 0 6 a とが形成されている層の構造を示す。第 1 エLEMENT 2 2 0 1 の形状は第 2 1 の実施の形態に示したものと同一である。第 2 エLEMENTの第 1 部分 2 2 0 6 a は、第 1 エLEMENT 2 2 0 1 の天頂中央から伸びて、途中 2 方向に分かれ、誘電体基板 2 2 0 5 の上端部に設けられた 2 つの外部電極 2 2 0 5 a に接続している。第 4 0 C 図に第 2 エLEMENTの第 2 部分 2 2 0 6 b が形成されている層の構造を示す。第 2 エLEMENTの第 2 部分 2 2 0 6 b は、誘電体基板 2 2 0 5 の上端部に設けられた外部電極 2 2 0 5 a から誘電体基板 2 2 0 5 の下端部方向に伸びた後、第 2 1 の実施の形態（第 3 3 図）において示したミアンダ部分を含む構成を有している。この第 2 エLEMENTの第 2 部分 2 2 0 6 b は、層は異なるようになっているが第 1 エLEMENT 2 2 0 1 と上から見て重ならないように配置されている。少なくとも、第 2 1 の実施の形態における第 3 4 図に示した配置と同様に、第 1 エLEMENT 2 2 0 1 に悪影響を与える領域に上から見て重ならないように配置される。すなわち、第 2 エLEMENTの第 2 部分 2 2 0 6 b と第 1 エLEMENT 2 2 0 1 とをそれぞれが形成される層に対して平行な仮想平面に投影した際に、第 2 エLEMENTの第 2 部分 2 2 0 6 b が、仮想平面に投影された第 1 エLEMENTの脇に定義された所定の領域に重なることなく配置されるということである。この所定の領域とは、第 3 4 図で示した領域 2 1 1 6 に対応する部分である。なお、本実施の形態における誘電体基板 2 2 0 5 のサイズは、 $L_{221}=1\text{mm}$ 、 $L_{222}=4\text{mm}$ 、 $L_{223}=10\text{mm}$ となっている。

第 2 エLEMENTの共振周波数は、第 1 エLEMENT 2 2 0 1 との接続部から開放

端までの第2エレメントの長さを調整することにより制御する。第21の実施の形態と比較すると、第2エレメントの第1部分2206aとして外部電極2205aに向けて伸びている部分と外部電極2205aの部分と第2エレメントの第2部分2206bとして外部電極2205aから伸びている部分とが、第2エレメントの長さとして追加されることになる。よって、第2エレメントの第2部分2206bを短くしても2.4GHz帯の特性は、第21の実施の形態に係るアンテナと同レベルを維持できる。これにより誘電体基板2205の小型化が実現できる。

本実施の形態における5GHz帯のインピーダンス特性を第41図に示す。第41図において縦軸はVSWRを、横軸は周波数（GHz）を示す。第21の実施の形態に係る5GHz帯のインピーダンス特性を表す第37図と比較すると、多少曲線の形は異なるが、VSWR2以下の帯域は、ほぼ同じとなっている。

本実施の形態における2.4GHz帯のインピーダンス特性を第42図に示す。第42図において縦軸はVSWRを、横軸は周波数（GHz）を示す。第21の実施の形態に係る2.4GHz帯のインピーダンス特性を表す第36図と比較すると、VSWR2以下の帯域は、高周波側でむしろ小型化した場合を示す第42図の方が約80MHz程度広くなっている。このように良好な特性を示すことが分かる。

20 [実施の形態23]

本発明の第23の実施の形態に係るアンテナは、2.4GHz帯と5GHz帯のデュアルバンドアンテナであって、ここでは第21の実施の形態に係る誘電体基板2105をさらに小型化するための工夫について説明する。本デュアルバンドアンテナは、第43A図の側面図に示すように、誘電体基板2305の比較的下方の層に平面導体の第1エレメント2301と共振エレメントである第2エレメントの第1部分2306aを形成し、誘電体基板2305の比較的上方の層に第2エレメントの第2部分2306bを形成し、それらを1つの外部電極2305aにより接続する構造を有する。第43B図に第1エレメント2301と第2エレメントの第1部分2306aが形成されている層の構造を示す。第1エレメ

ント2301の形状は第21の実施の形態に示したものと同一である。第2エレメントの第1部分2306aは、第1エレメント2301の天頂中央から伸びて、直線的に誘電体基板2305の上端部に設けられた外部電極2305aに接続している。第43C図に第2エレメントの第2部分2306bが形成されている層の構造を示す。第2エレメントの第2部分2306bは、誘電体基板2305の上端部に設けられた外部電極2305aから誘電体基板2305の下端部方向に伸びた後、第21の実施の形態（第33図）において示した第2エレメント2106の第1エレメント2101と接続する部分を除くほとんどの部分を含む構成を有している。この第2エレメントの第2部分2306bは、層は異なるようになっているが第1エレメント2301と上から見て重ならないように配置されている。少なくとも、第21の実施の形態における第34図に示した配置と同様に、第1エレメント2301に悪影響を与える領域に上から見て重ならないように配置される。

第2エレメントの共振周波数は、第1エレメント2301との接続部から開放端までの第2エレメントの長さを調整することにより制御する。第21の実施の形態と比較すると、第2エレメントの第1部分2306aとして外部電極2305aに向けて伸びている部分と外部電極2305aの部分と第2エレメントの第2部分2306bとして外部電極2305aから伸びている部分とが、第2エレメントの長さとして追加されることになる。よって、第2エレメントの第2部分2306bを短くしても2.4GHz帯の特性は第21の実施の形態に係るアンテナと同レベルを維持できる。これにより誘電体基板2305の小型化が実現できる。

[実施の形態24]

本発明の第24の実施の形態に係るアンテナは、2.4GHz帯と5GHz帯のデュアルバンドアンテナであって、ここでは第21の実施の形態に係る誘電体基板2105をさらに小型化するための工夫について説明する。本デュアルバンドアンテナは、第44A図の側面図に示すように、誘電体基板2405の比較的下方の層に平面導体の第1エレメント2401と共振エレメントである第2エレ

メントの第1部分2406aを形成し、誘電体基板2405の比較的上方の層に第2エレメントの第2部分2406bを形成し、それらを2つの外部電極2405aにより接続する構造を有する。第44B図に第1エレメント2401と第2エレメントの第1部分2406aが形成されている層の構造を示す。第1エレメント2401の形状は第21の実施の形態に示したものと同一である。第2エレメントの第1部分2406aは、第1エレメント2401の天頂中央から伸びて、途中2方向に分かれ、第1エレメント2401の横幅を超えて伸びた後に、誘電体基板2405の上端部に設けられた2つの外部電極2405aに接続している。第44C図に第2エレメントの第2部分2406bが形成されている層の構造を示す。第2エレメントの第2部分2406bは、誘電体基板2405の上端部に設けられた外部電極2405aから誘電体基板2405の下端部方向に伸びた後、ミアンダ部分を含む構成を有している。この第2エレメントの第2部分2406bは、層は異なるようになっているが第1エレメント2401と上から見て重ならないように配置されている。少なくとも、第21の実施の形態における第34図に示した配置と同様に、第1エレメント2401に悪影響を与える領域に上から見て重ならないように配置される。

第2エレメントの共振周波数は、第1エレメント2401との接続部から開放端までの第2エレメントの長さを調整することにより制御する。第21の実施の形態と比較すると、第2エレメントの第1部分2406aとして外部電極2405aに向けて伸びている部分と外部電極2405aの部分と第2エレメントの第2部分2406bとして外部電極2405aから伸びている部分とが、第2エレメントの長さとして追加されることになる。よって、第2エレメントの第2部分2406bを短くしても2.4GHz帯の特性は第21の実施の形態に係るアンテナと同レベルを維持できる。これにより誘電体基板2405の小型化が実現できる。

以上本発明の実施の形態を説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、平面エレメント及び共振エレメントの形状は同様のアンテナ特性を得られるならば、別の形状を採用する場合もある。上でも述べたが、切欠部の形状は矩形に代わり、台形その他の多角形を採用する場合もある。また、切欠部の

角を丸くするような加工を行う場合もある。グランドパターン先の細り形状についても、線分以外で構成しても良く、また給電のための電極を收容するための窪みを設ける例を示したが、先端が鋭角である必要は必ずしもない。また、平面エレメントとグランドパターンとは完全には重なることは無いが、その一部が重なることはあり得る。

5

請求の範囲

1. グランドパターンと、
給電され、給電位置から最も遠い縁部分から前記グランドパターン側に切欠き
- 5 が設けられた平面エレメントと、
を具備し、
前記グランドパターンと前記平面エレメントとが併置される
ことを特徴とするアンテナ。
- 10 2. 前記平面エレメントが、当該平面エレメントに設けられた前記切欠き以外の
縁部が前記グランドパターンに対向するように配置されることを特徴とする請求
項 1 記載のアンテナ。
- 15 3. 前記グランドパターンが、前記平面エレメントの全ての縁部を囲うことなく、
且つ前記切欠きを含む、前記平面エレメントの縁部の少なくとも一部に対して開
口が設けられるように形成される
ことを特徴とする請求項 1 記載のアンテナ。
- 20 4. 前記切欠きが矩形であることを特徴とする請求項 1 記載のアンテナ。
5. 前記切欠きが、前記平面エレメントの給電位置を通る直線に対して対称に形
成されることを特徴とする請求項 1 記載のアンテナ。
- 25 6. 前記平面エレメントが、
前記グランドパターンに対向する辺を底辺とし、当該底辺に対して垂直又は実
質的に垂直に側辺が設けられ、上辺に前記切欠きが設けられた形状を有する
ことを特徴とする請求項 1 記載のアンテナ。
7. 前記底辺の両端の角が隅切されていることを特徴とする請求項 6 記載のアン

テナ。

8. 前記平面エレメントと前記グランドパターンとの少なくともいずれかが、
前記グランドパターンと前記平面エレメントの距離を連続して変化させる部分
5 を有する
ことを特徴とする請求項 1 記載のアンテナ。

9. 前記グランドパターンに対向する、前記平面エレメントの縁の少なくとも一
部が曲線となっていることを特徴とする請求項 1 記載のアンテナ。

10

10. 前記平面エレメントが、誘電体基板と一体として形成されることを特徴と
する請求項 1 記載のアンテナ。

11. アンテナ用誘電体基板であって、
15 誘電体の層と、
当該アンテナ用誘電体基板の第 1 の側面に最も近い縁部分から前記第 1 の側面
に対向する第 2 の側面方向に切欠きが形成されている導体の平面エレメントを含
む層と、
を有するアンテナ用誘電体基板。

20

12. 前記切欠きが矩形であることを特徴とする請求項 11 記載のアンテナ用誘
電体基板。
13. 前記切欠きが、前記平面エレメントの給電位置を通る直線に対して対称に
25 形成されることを特徴とする請求項 12 記載のアンテナ用誘電体基板。

14. 前記平面エレメントが、前記第 2 の側面に最も近い辺を底辺とし、当該底
辺に対して垂直又は実質的に垂直に側辺が設けられ、前記第 1 の側面に最も近い
上辺に前記切欠きが設けられた形状を有することを特徴とする請求項 12 記載の

アンテナ用誘電体基板。

15. 前記底辺の両端の角が隅切りされていることを特徴とする請求項14記載のアンテナ用誘電体基板。

5

16. 前記平面エレメントの前記第2の側面に最も近い縁部が、前記第2の側面との距離が連続して変化する部分を有することを特徴とする請求項12記載のアンテナ用誘電体基板。

10 17. 前記平面エレメントが、少なくとも前記第2の側面に設けられた電極との接続部を具備することを特徴とする請求項12記載のアンテナ用誘電体基板。

18. 給電される平面エレメントと、
前記平面エレメントと併置されたグラウンドパターンと、

15 を具備し、
前記グラウンドパターンを切り欠くことにより、前記平面エレメントと前記グラウンドパターンとの距離が連続的に変化する連続変化部が設けられたアンテナ。

19. 給電位置において給電される平面エレメントと、
20 前記平面エレメントと併置され、前記平面エレメントの給電位置に対して先細り形状が形成されたグラウンドパターンと、
を含むアンテナ。

20. 前記先細り形状が、線分で構成される縁部と上に凸の曲線で構成される縁部と下に凸の曲線で構成される縁部とのうち少なくともいずれかにより構成される
25
ことを特徴とする請求項19記載のアンテナ。

21. 前記先細り形状が、前記平面エレメントの給電位置を通る直線に対して左

右対称であることを特徴とする請求項 19 記載のアンテナ。

22. 前記先細り形状の先端に、前記平面エレメントの給電位置に給電を行うための部分を収容するための窪みが設けられていることを特徴とする請求項 19 記載のアンテナ。

10

23. 前記平面エレメントは誘電体基板上又は内部に形成され、前記グランドパターンは樹脂基板上又は内部に形成され、前記誘電体基板が前記樹脂基板上に載置されることを特徴とする請求項 19 記載のアンテナ。

24. 前記平面エレメントが、
前記グランドパターンに対向する辺を底辺とし、当該底辺に対して垂直又は実質的に垂直に側辺が設けられ、上辺に切欠きが設けられた形状を有することを特徴とする請求項 23 記載のアンテナ。

15

25. 前記樹脂基板の上端部には前記平面エレメントが形成された誘電体基板が載置され、前記グランドパターンが前記誘電体基板の左及び右のうち少なくともいずれかに伸びた領域を有するように形成されることを特徴とする請求項 23 記載のアンテナ。

20

26. 前記樹脂基板の右上端部と左上端部のうち少なくともいずれかには前記平面エレメントが形成された誘電体基板が載置され、前記グランドパターンが前記誘電体基板が載置されるサイドとは反対サイドに伸びた領域を有するように形成されることを特徴とする請求項 23 記載のアンテナ。

25

27. 平面エレメントが一体として形成された誘電体基板と、
前記誘電体基板が設置され且つ当該誘電体基板と併置されるグランドパターンが形成された基板と、
を具備し、

前記グラウンドパターンには、前記平面エレメントの給電位置に対して先細り形状が形成されており、

前記平面エレメントには、前記給電位置から最も遠い縁部分から、併置される前記グラウンドパターン側に切欠きが設けられている

5 ことを特徴とするアンテナ。

28. 2つの前記誘電体基板が、前記基板の右上端部と左上端部に1/4波長離して配置され、

前記グラウンドパターンには、2つの前記誘電体基板を分離するための領域が設けられている

10 ことを特徴とする請求項27記載のアンテナ。

29. 平面エレメントが一体として形成された誘電体基板と、

前記誘電体基板が設置され且つ当該誘電体基板と併置されるグラウンドパターンが形成された基板と、

15 を具備し、

前記グラウンドパターンには、前記平面エレメントの給電位置に対して先細り形状が形成されており、

前記平面エレメントには、前記給電位置から最も遠い縁部分から、併置される前記グラウンドパターン側に切欠きが設けられている

20 ことを特徴とする無線通信カード。

30. グラウンドパターンと、

前記グラウンドパターンに対向する縁部に、曲線と傾きが段階的に変更されて接続された線分とのうちいずれかで構成され且つ前記グラウンドパターンとの距離を連続して変化させる連続変化部分が設けられ、給電される平面エレメントと、

25 を有し、

前記グラウンドパターンが、前記平面エレメントの縁部の全てを囲うことなく当該平面エレメントと併置されることを特徴とするアンテナ。

- 3 1. 前記連続変化部分において、前記平面エレメントの給電位置から遠ざかるにつれて前記グラウンドパターンとの距離が漸増することを特徴とする請求項 3 0 記載のアンテナ。
- 5
- 3 2. 前記連続変化部分の少なくとも一部が円弧で構成されることを特徴とする請求項 3 0 記載のアンテナ。
- 10
- 3 3. 前記平面エレメントの縁部のうち前記連続変化部分以外の部分の少なくとも一部が、前記グラウンドパターン側とは反対側に形成されることを特徴とする請求項 3 0 記載のアンテナ。
- 15
- 3 4. 前記グラウンドパターンが、前記連続変化部分以外の、前記平面エレメントの縁部の少なくとも一部に対して開口が設けられるように形成されることを特徴とする請求項 3 0 記載のアンテナ。
- 20
- 3 5. 前記平面エレメントに、前記平面エレメントの給電位置から最も遠い縁部から前記グラウンドパターン側に切欠きが設けられていることを特徴とする請求項 3 0 記載のアンテナ。
- 25
- 3 6. 前記切欠きを含む、前記平面エレメントの縁部の少なくとも一部が、前記グラウンドパターンと対向することのない位置に形成されることを特徴とする請求項 3 5 記載のアンテナ。
- 3 7. 前記グラウンドパターンに、前記平面エレメントの給電位置に対して先細り形状が形成されていることを特徴とする請求項 3 0 記載のアンテナ。
- 3 8. 前記平面エレメントが、前記平面エレメントの給電位置を通る直線に対して対称であることを特徴とする請求項 3 0 記載のアンテナ。

39. 前記平面エレメントの給電位置を通る直線に対して、前記グランドパターンと前記平面エレメントの距離が対称であることを特徴とする請求項30記載のアンテナ。

5

40. 前記平面エレメントが誘電体基板と一体に形成され、

前記連続変化部分において、前記平面エレメントの給電位置から遠ざかるにつれて前記グランドパターンとの距離が飽和的に増加することを特徴とする請求項30記載のアンテナ。

10

41. グランドパターンと、

前記グランドパターンに対向する縁部に、曲線と傾きが段階的に変更されて接続された線分とのうちいずれかで構成され且つ前記グランドパターンとの距離を連続して変化させる連続変化部分が設けられ、給電される平面エレメントと、

15

を有し、
前記グランドパターンが、前記平面エレメントの縁部の全てを囲うことなく配置され、

前記グランドパターンと前記平面エレメントとが完全には重なることがなく、互いの面が平行又は実質的に平行に配置されることを特徴とするアンテナ。

20

42. グランドパターンと、

給電位置で給電され、前記グランドパターンに対向する縁部に、前記グランドパターンとの距離が前記給電位置から曲線的に漸増する連続変化部分が設けられた平面エレメントと、

25

を有し、
前記グランドパターンが、前記平面エレメントの縁部の全てを囲うことなく且つ当該平面エレメントと併置されることを特徴とするアンテナ。

43. 給電位置において給電される平面エレメントと、

- 前記平面エレメントと併置されるグラウンドパターンと、
を具備し、
前記平面エレメントと前記グラウンドパターンとの距離が、前記給電位置を通る直線から離れるに従い、連続的且つ飽和的に増加する
- 5 ことを特徴とするアンテナ。
- 4 4. 前記平面エレメントの側縁部が、曲線と傾きが段階的に変更されて接続された線分とのうちいずれかで構成され、
前記平面エレメントが、アンテナ用誘電体基板の上又は内部に形成される
- 10 ことを特徴とする請求項 4 3 記載のアンテナ。
- 4 5. 前記アンテナ用誘電体基板が、前記平面エレメントの前記給電位置を通る直線上の端点に接続された共振エレメントをさらに含むことを特徴とする請求項 4 4 記載のアンテナ。
- 15
- 4 6. 前記共振エレメントが、前記給電位置を通る直線に対して対称であることを特徴とする請求項 4 5 記載のアンテナ。
- 4 7. 前記共振エレメントが、前記給電位置を通る直線に対して非対称であることを特徴とする請求項 4 5 記載のアンテナ。
- 20
- 4 8. 前記平面エレメントと前記共振エレメントが、同一の層に形成されることを特徴とする請求項 4 5 乃至 4 7 のいずれか 1 つ記載のアンテナ。
- 25 4 9. 前記平面エレメントと前記共振エレメントの少なくとも一部とが異なる層に形成されることを特徴とする請求項 4 5 乃至 4 7 のいずれか 1 つ記載のアンテナ。
- 5 0. 前記平面エレメントと前記共振エレメントをそれぞれが形成される層に対

して平行な仮想平面に投影した際に、前記共振エレメントが、前記仮想平面に投影された平面エレメントの脇に定義された所定の領域に重なることなく配置されることを特徴とする請求項 4 5 乃至 4 9 のいずれか 1 つ記載のアンテナ。

- 5 5 1. 前記平面エレメントと前記共振エレメントをそれぞれが形成される層に対して平行な仮想平面に投影した際に、前記共振エレメントが、少なくとも、前記仮想平面に投影された平面エレメントの給電位置を通る直線に対して平行であり、且つ当該給電位置から遠い方の、前記投影された平面エレメントの側縁部の端点を始点として前記給電位置方向に伸びた半直線より前記平面エレメント側の領域
10 と重なることなく配置されることを特徴とする請求項 4 5 乃至 4 9 のいずれか 1 つ記載のアンテナ。

5 2. アンテナ用誘電体基板であって、
誘電体の層と、

- 15 側縁部が曲線と傾きが段階的に変更されて接続された線分とのうちいずれかで構成される導体の平面エレメントを含む層と、
を有し、
前記アンテナ用誘電体基板の側面のうち前記平面エレメントの給電位置に最も近い面と前記側縁部との距離が、前記給電位置を通る直線から離れるに従い、連
20 続的且つ飽和的に増加する
ことを特徴とするアンテナ用誘電体基板。

- 5 3. 前記平面エレメントの前記給電位置を通る直線上の端点に接続された共振エレメントをさらに有することを特徴とする請求項 5 2 記載のアンテナ用誘電体
25 基板。

5 4. 前記共振エレメントが、前記給電位置を通る直線に対して対称であることを特徴とする請求項 5 3 記載のアンテナ用誘電体基板。

- 5 5. 前記共振エレメントが、前記給電位置を通る直線に対して非対称であることを特徴とする請求項 5 3 記載のアンテナ用誘電体基板。
- 5 6. 前記平面エレメントと前記共振エレメントが、同一の層に形成されることを特徴とする請求項 5 3 及至 5 5 のいずれか 1 つ記載のアンテナ用誘電体基板。
- 5 7. 前記平面エレメントと前記共振エレメントの少なくとも一部とが異なる層に形成されることを特徴とする請求項 5 3 乃至 5 5 のいずれか 1 つ記載のアンテナ用誘電体基板。
- 10 5 8. 前記平面エレメントと前記共振エレメントをそれぞれが形成される層に対して平行な仮想平面に投影した際に、前記共振エレメントが、前記仮想平面に投影された平面エレメントの脇に定義された所定の領域に重なることなく配置されることを特徴とする請求項 5 3 乃至 5 7 のいずれか 1 つ記載のアンテナ用誘電体
- 15 基板。
- 5 9. 前記平面エレメントと前記共振エレメントをそれぞれが形成される層に対して平行な仮想平面に投影した際に、前記共振エレメントが、少なくとも、前記仮想平面に投影された平面エレメントの給電位置を通る直線に対して平行であり、
- 20 且つ当該給電位置から遠い方の、前記投影された平面エレメントの側縁部の端点を始点として前記給電位置方向に伸びた半直線より前記平面エレメント側の領域と重なることなく配置されることを特徴とする請求項 5 3 乃至 5 7 のいずれか 1 つ記載のアンテナ用誘電体基板。
- 25 6 0. 給電位置において給電される平面エレメントが一体として形成された誘電体基板と、
前記誘電体基板と併置され、前記給電位置に対して先細り形状が形成されたグラウンドパターンと、
を有し、

前記平面エレメントには、前記給電位置から最も遠い縁部分から前記グランドパターン側に切欠きが設けられている

ことを特徴とするアンテナ。

- 5 61. 給電位置において給電される平面エレメントが一体として形成された誘電体基板と、

前記誘電体基板が設置され且つ当該誘電体基板と併置されるグランドパターンが形成された基板と、

を具備し、

- 10 前記誘電体基板が、前記基板の端部に設置され、

前記グランドパターンには、前記給電位置に対して先細り形状が形成され且つ前記誘電体基板の左又は右のうち少なくともいずれかに伸びた領域が設けられ、

前記平面エレメントには、前記給電位置から最も遠い縁部分から、併置される前記グランドパターン側に切欠きが設けられる

- 15 ことを特徴とする無線通信カード。

1/31

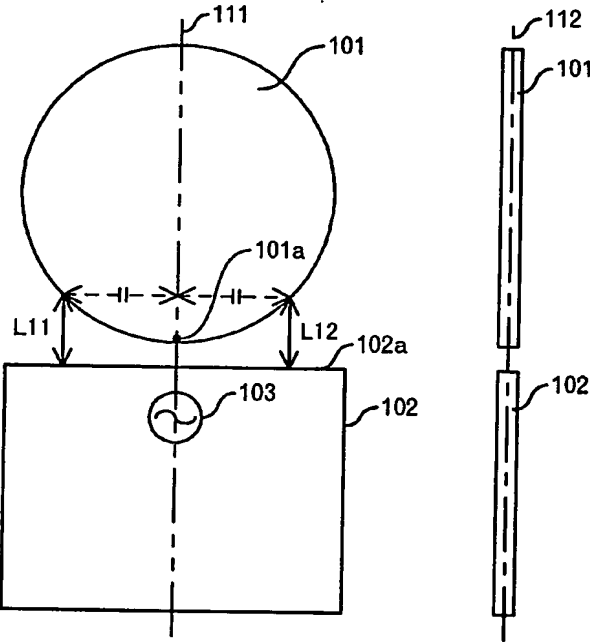


FIG.1A

FIG.1B

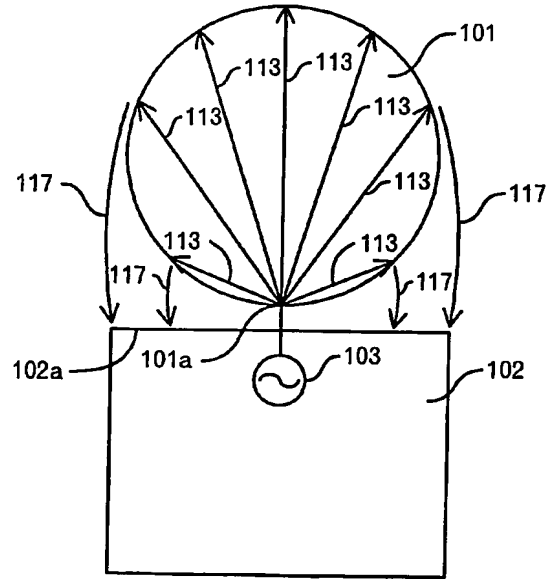


FIG.2

2/31

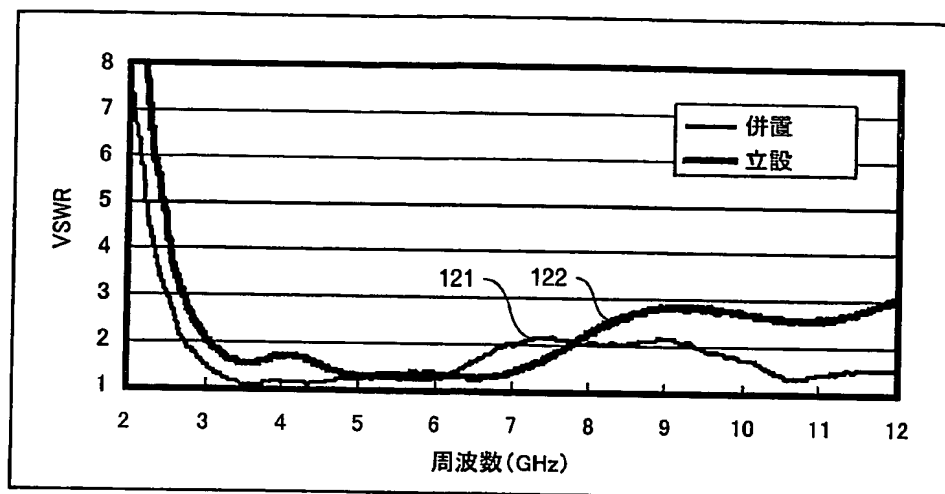


FIG.3

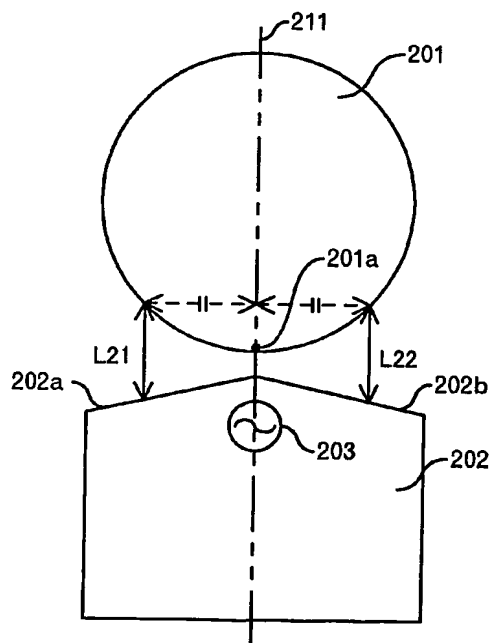


FIG.4

3/31

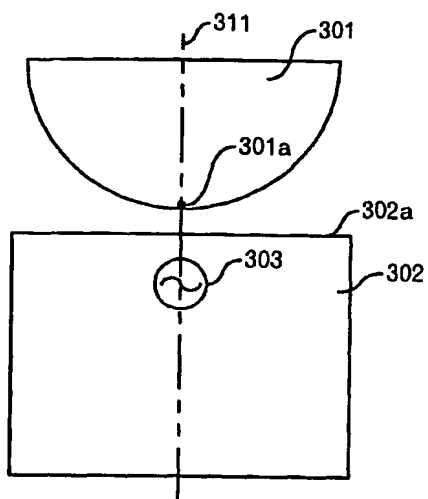


FIG. 5

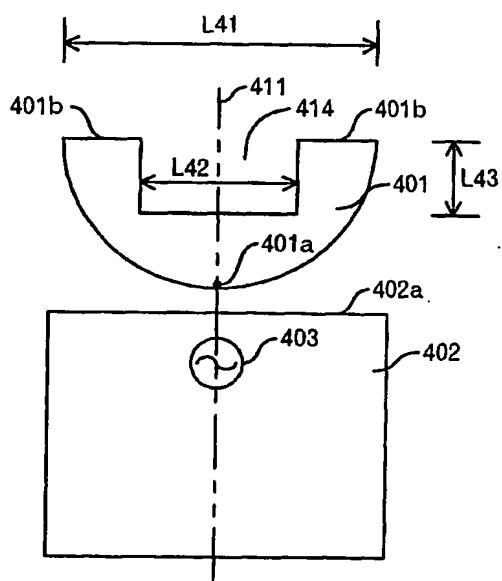


FIG. 6

4/31

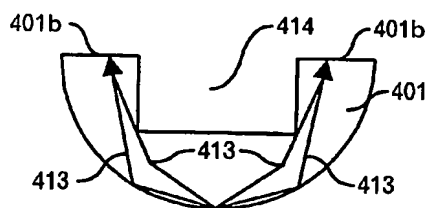


FIG. 7

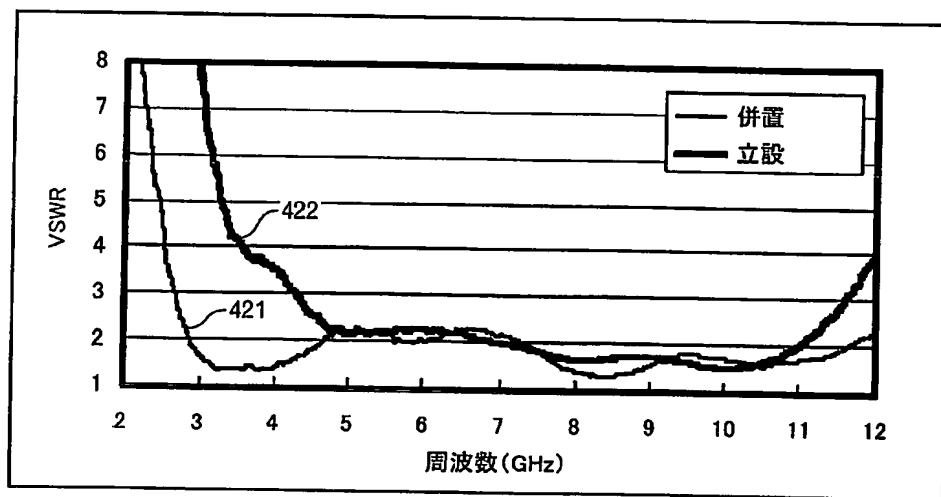


FIG. 8

5/31

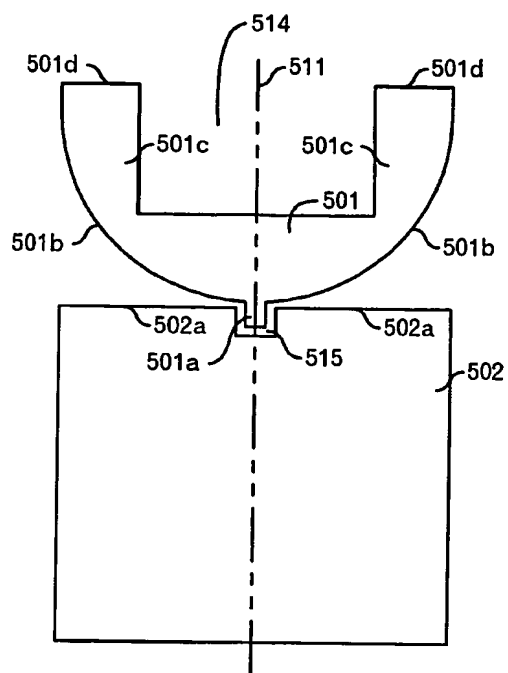


FIG.9

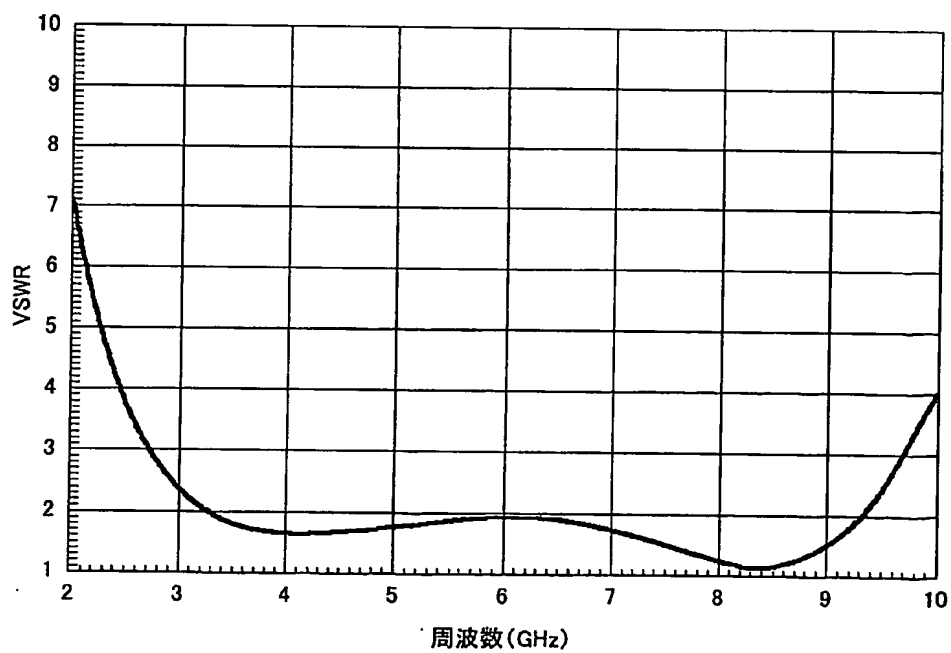


FIG.10

6/31

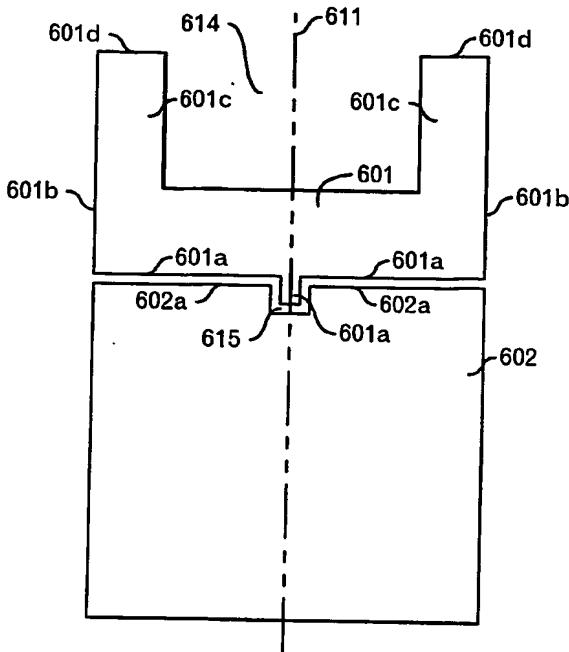


FIG.11

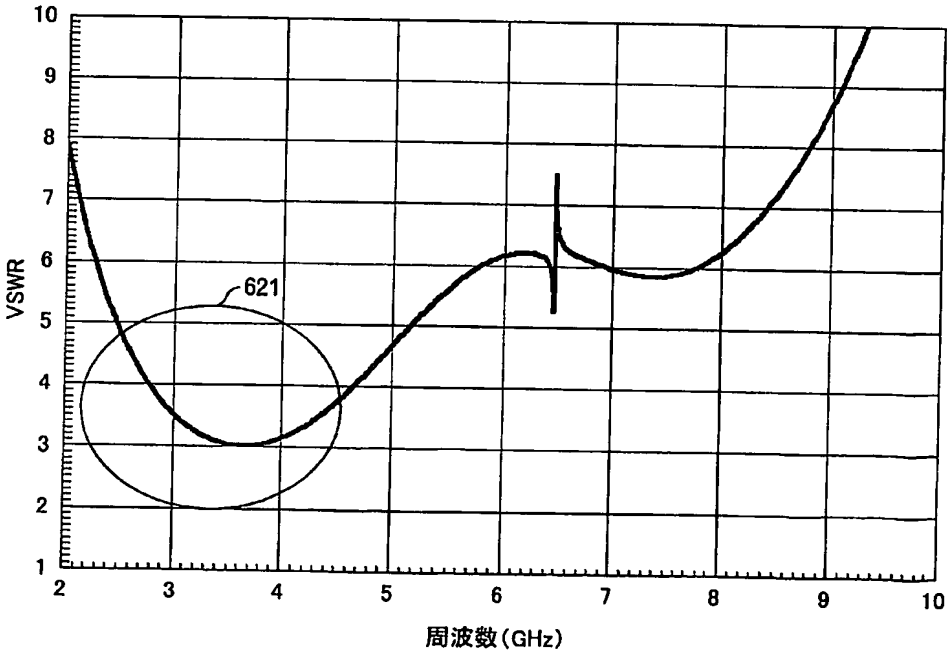


FIG.12

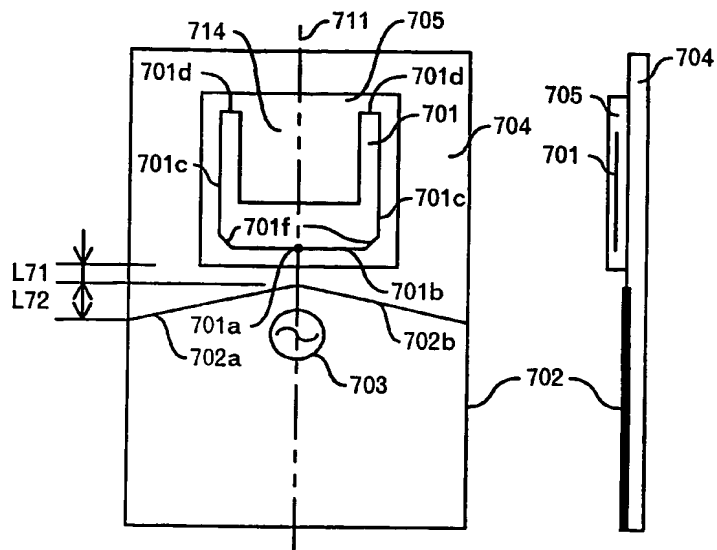


FIG.13A

FIG.13B

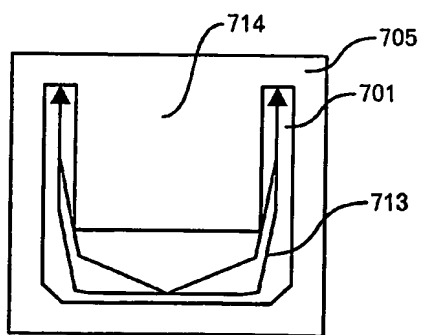


FIG.14

8/31

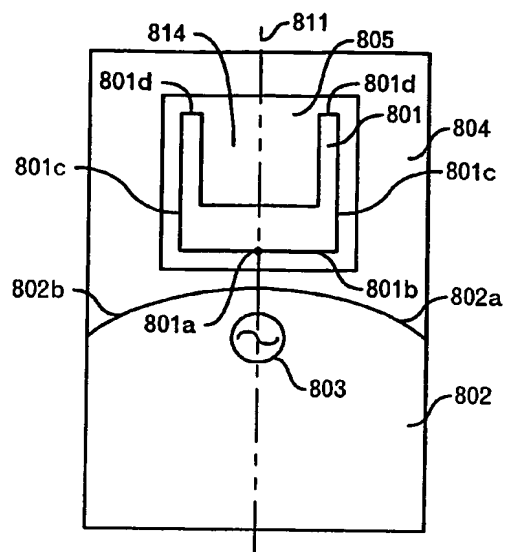


FIG.15

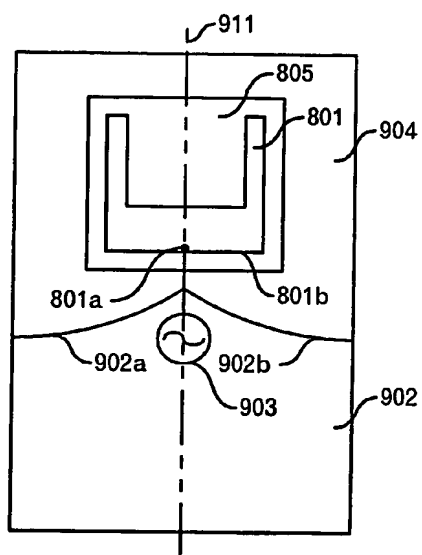


FIG.16

9/31

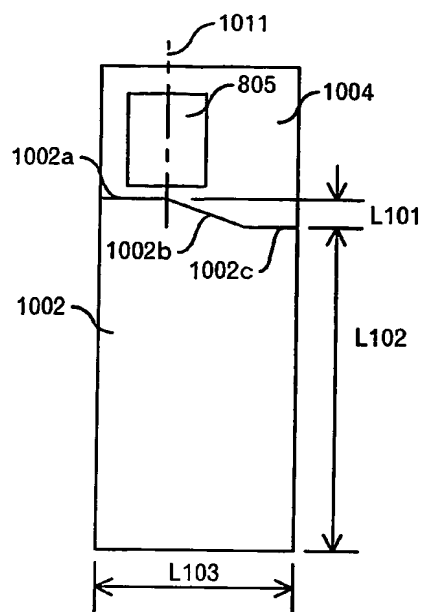


FIG.17A

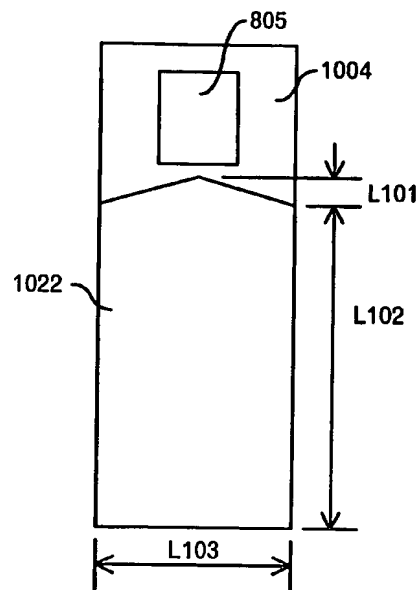


FIG.17B

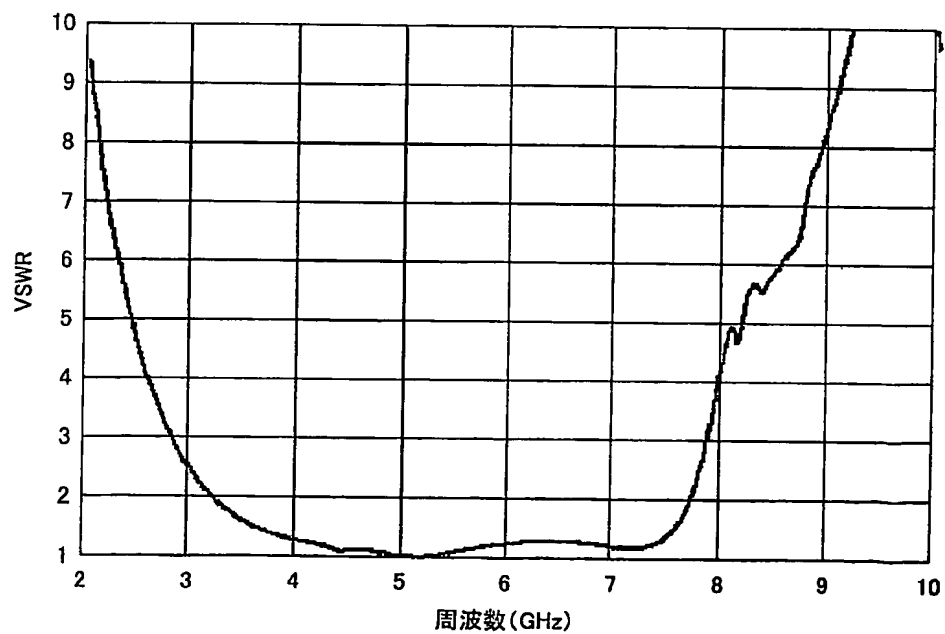


FIG.18

10/31

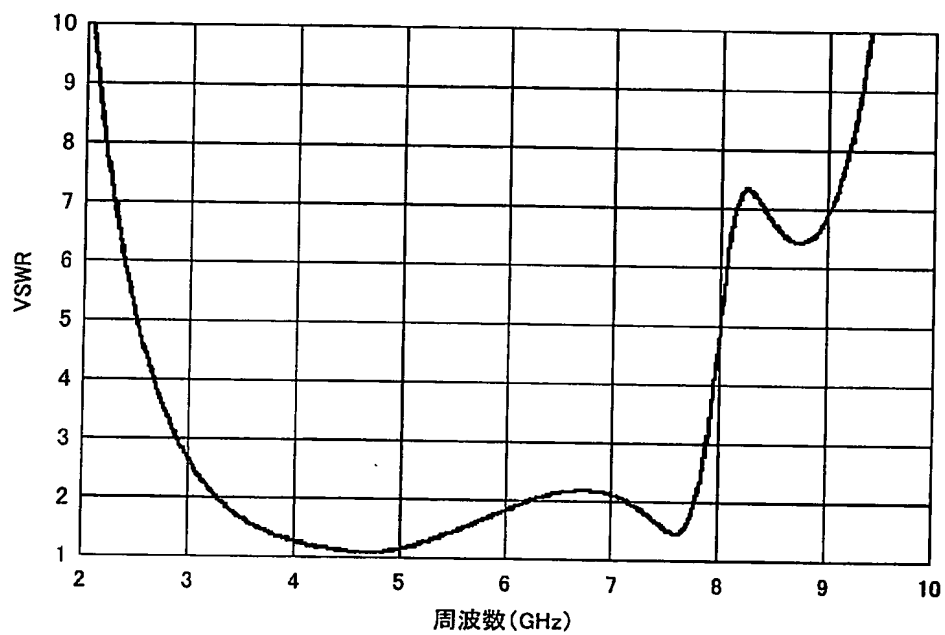


FIG.19

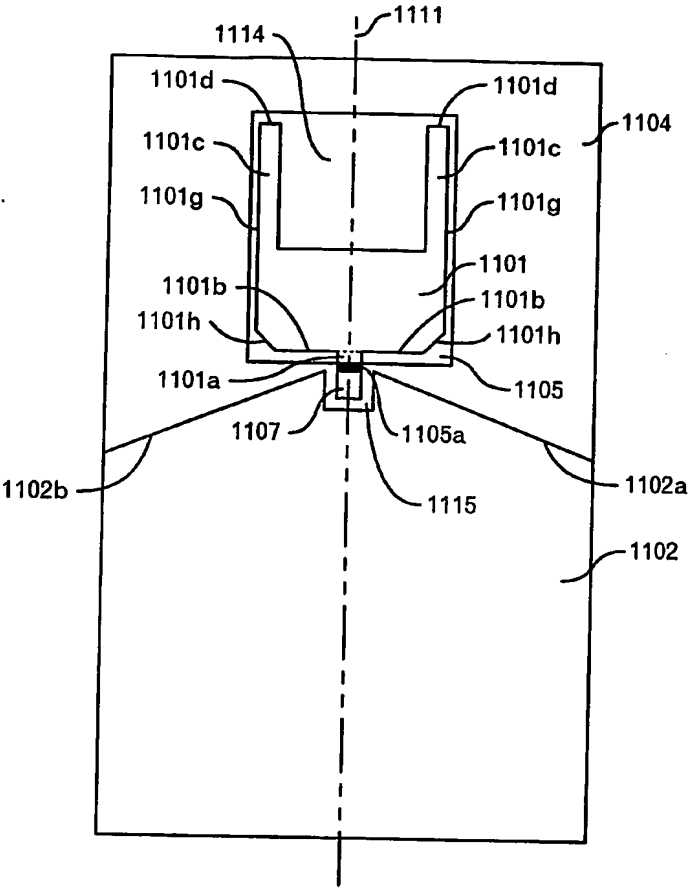


FIG.20

12/31

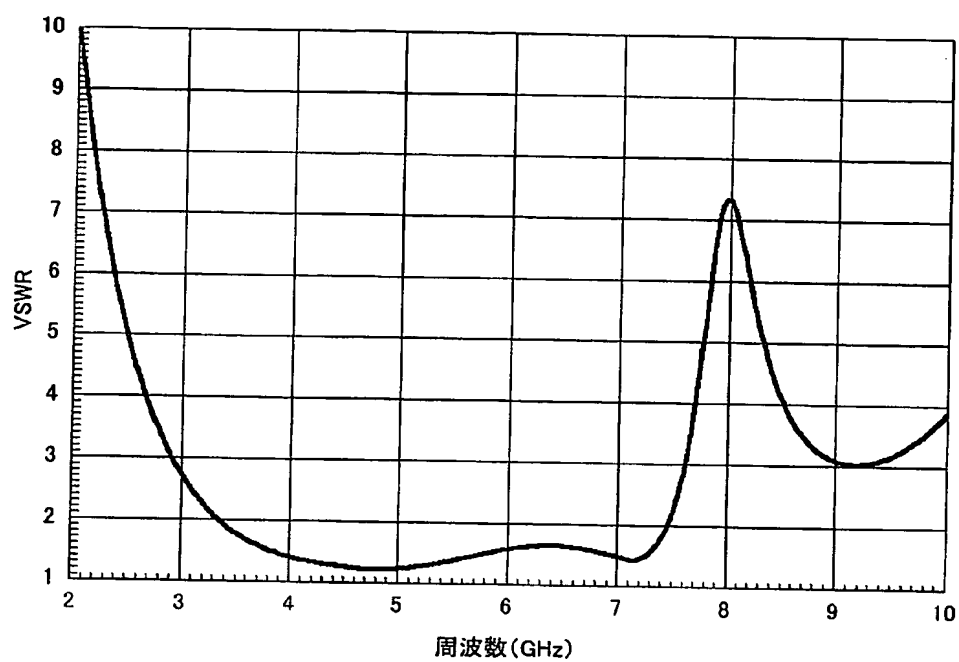


FIG.21

13/31

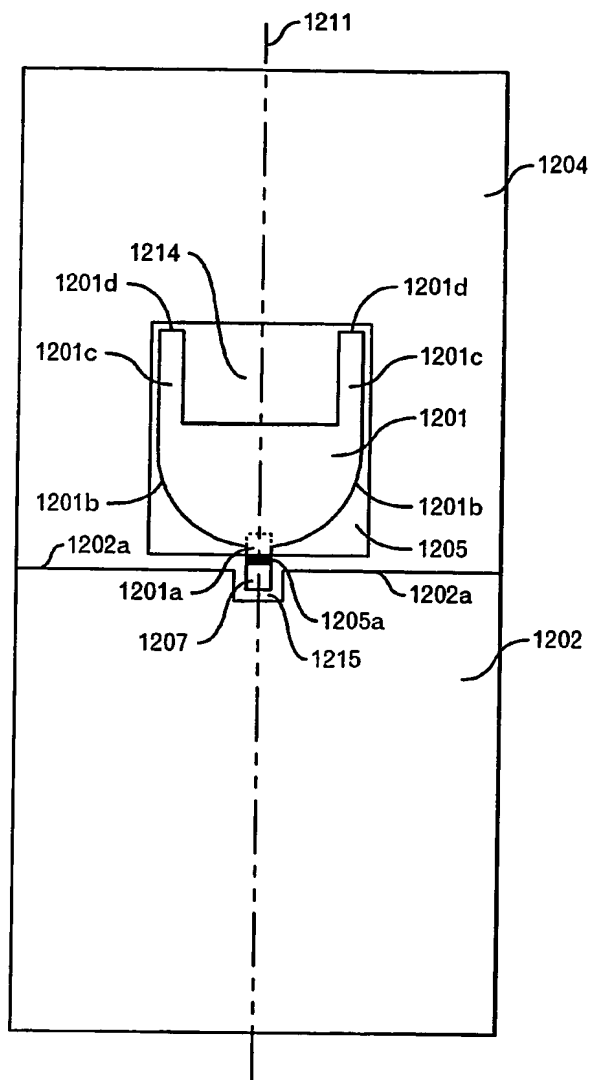


FIG.22

14/31

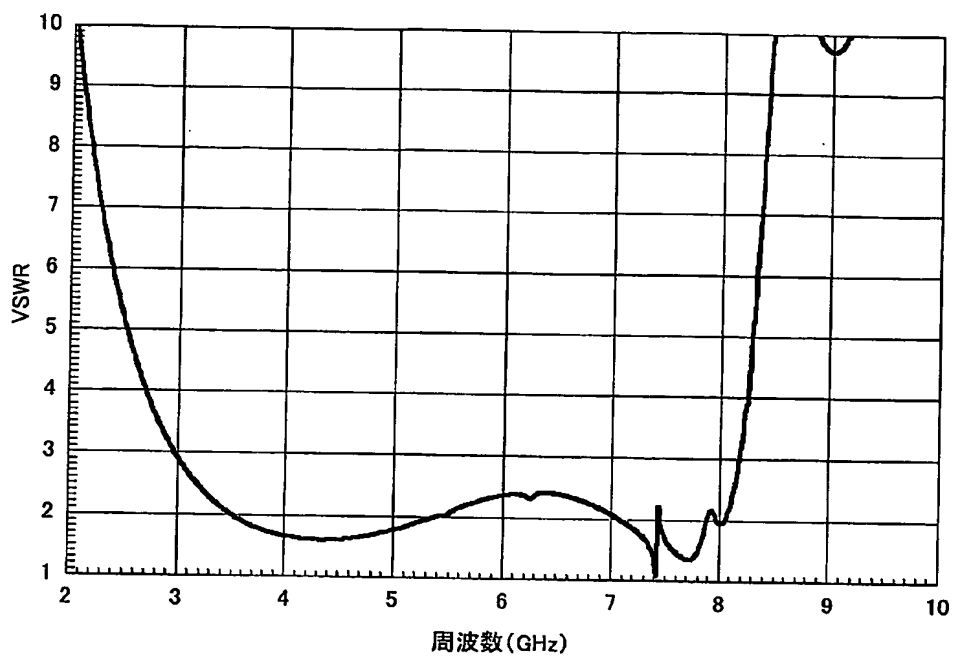


FIG.23

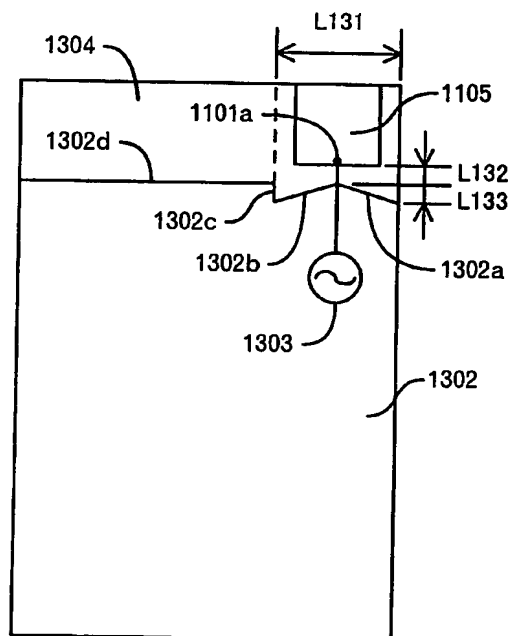


FIG.24

15/31

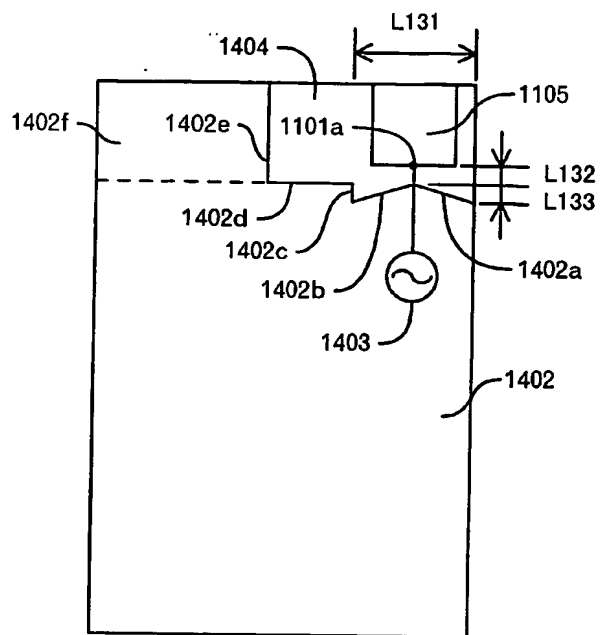


FIG.25

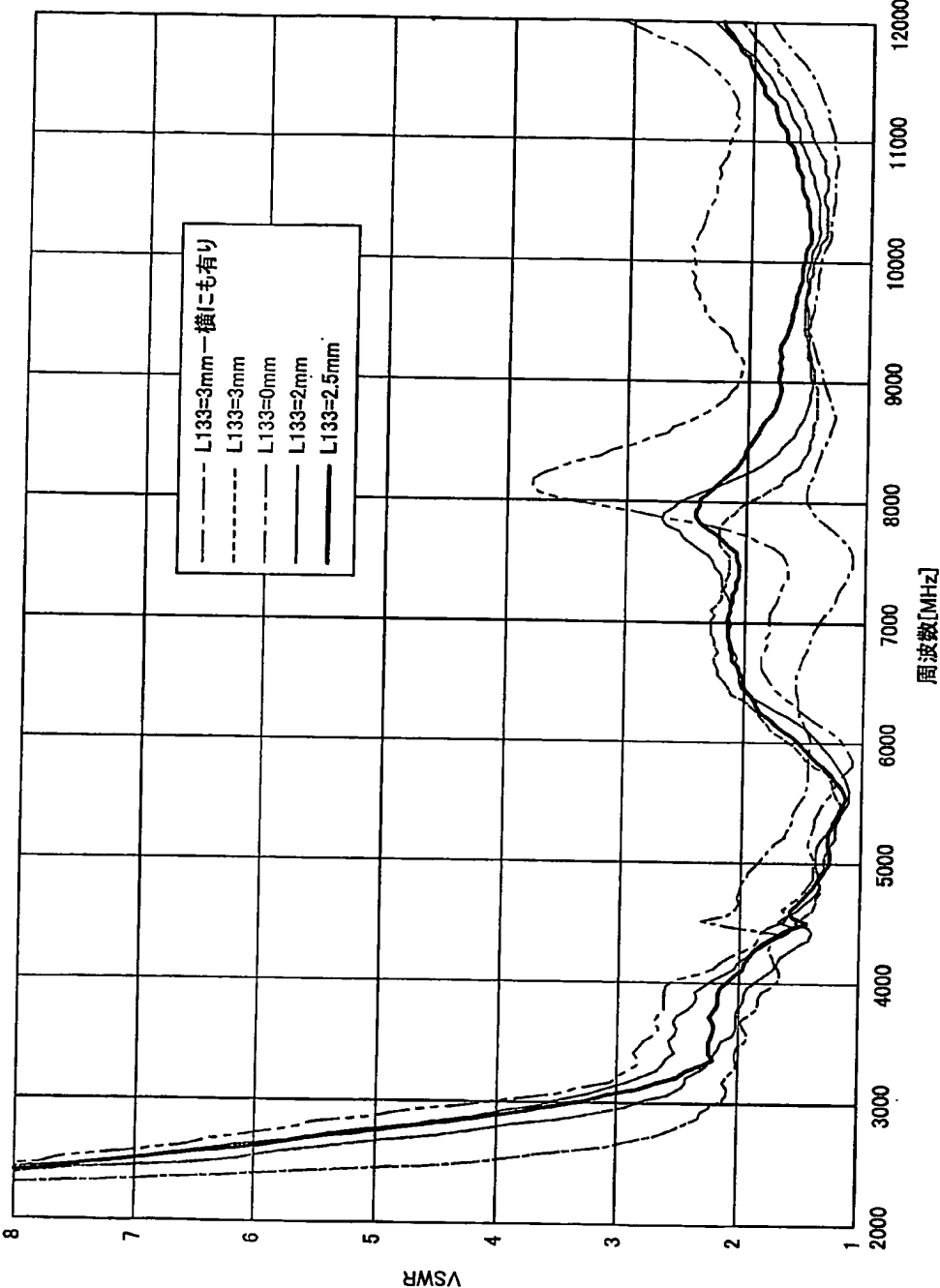


FIG.26

17/31

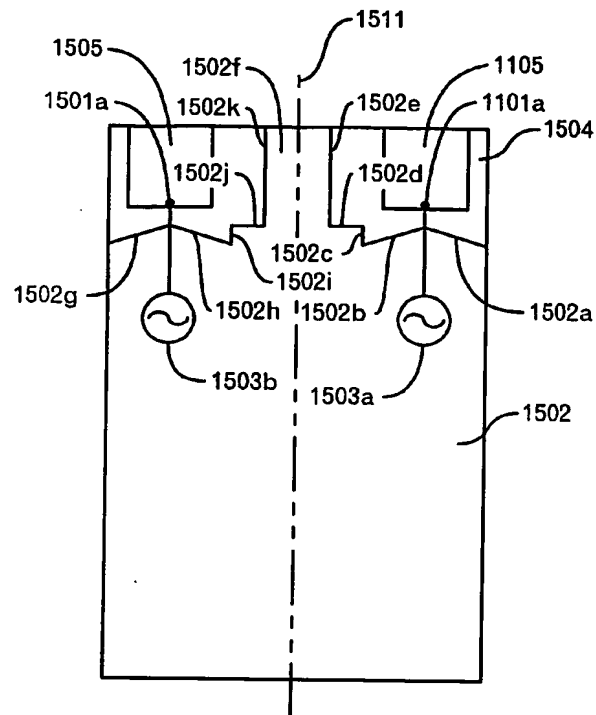


FIG. 27

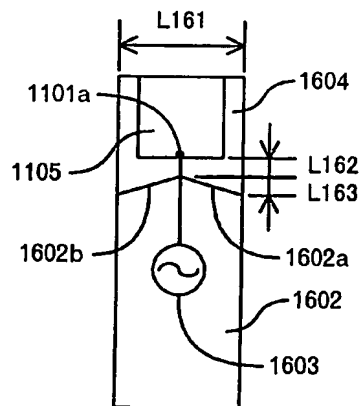


FIG. 28

18/31

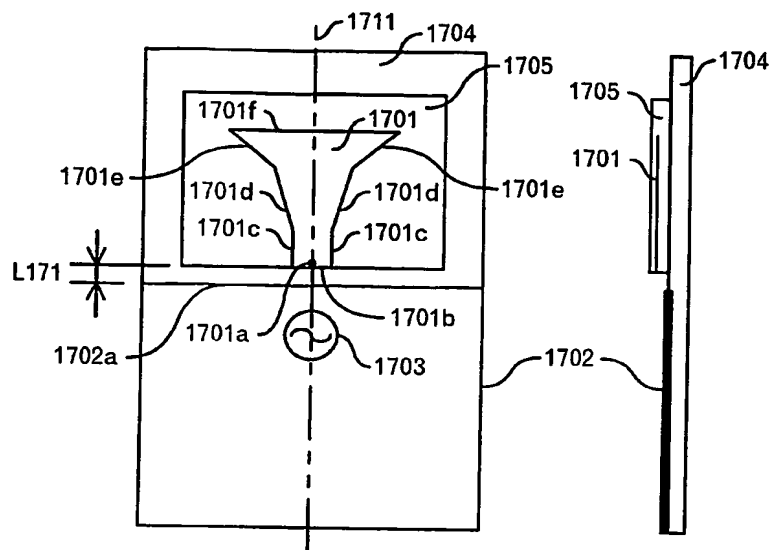


FIG.29A

FIG.29B

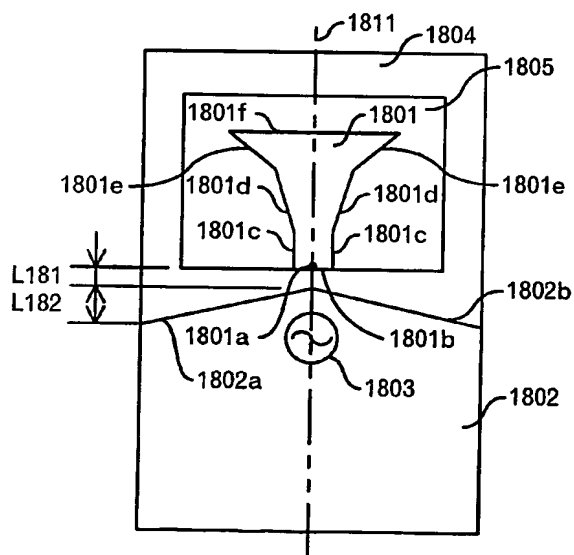


FIG.30

19/31

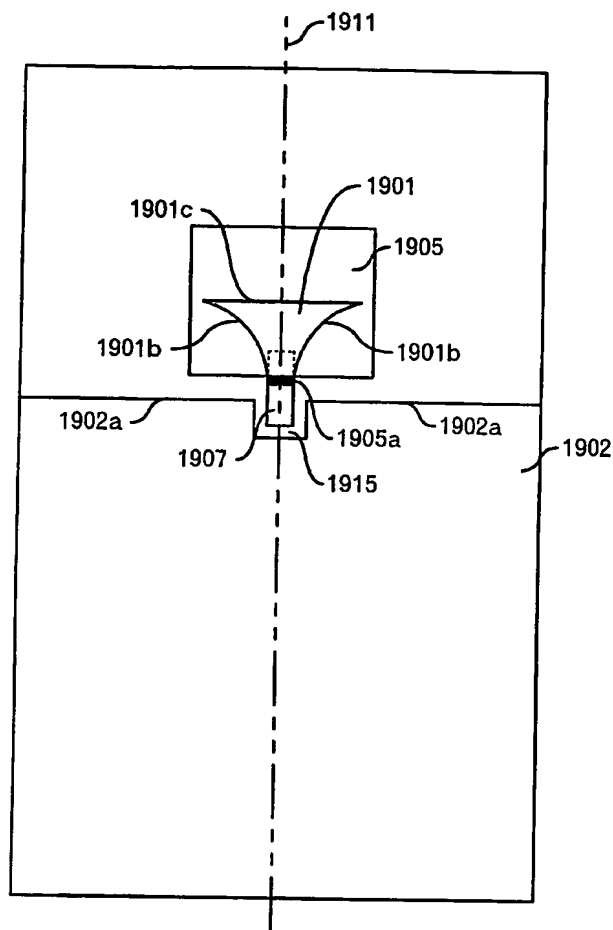


FIG.31

20/31

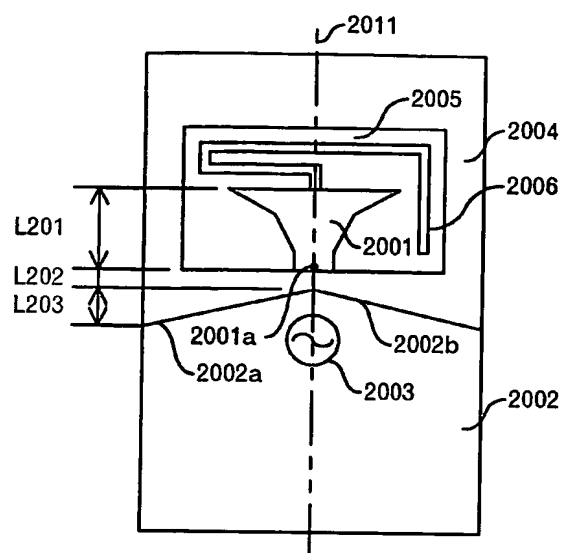


FIG.32

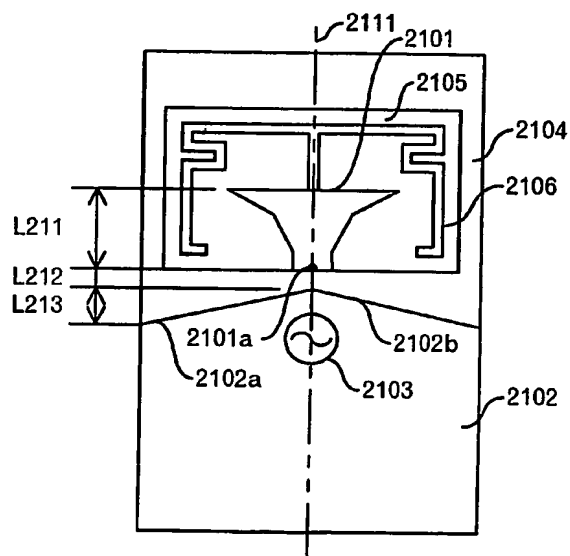


FIG.33

21/31

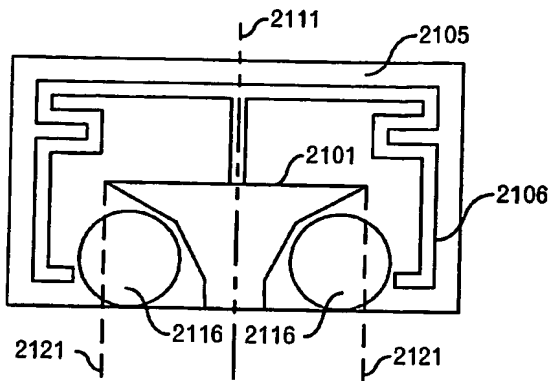


FIG.34

単位: dBi

平面	偏波	周波数(GHz)	
		2.45	5.4
YZ	V	-7.1	-9.9
	H	-2.2	-0.8
XZ	V	0.6	-3.7
	H	-8.2	-7.2
XY	V	-14.5	-12.8
	H	-2.1	-0.7
全平均		-3.4	-3.9

FIG.39

22/31

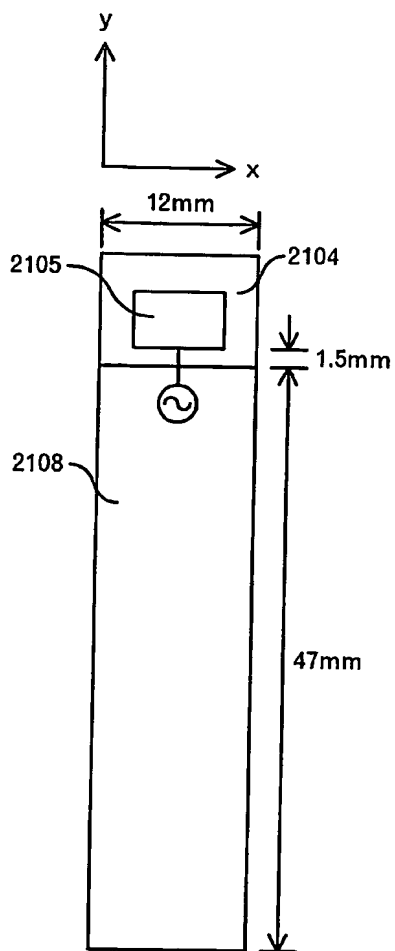


FIG.35A

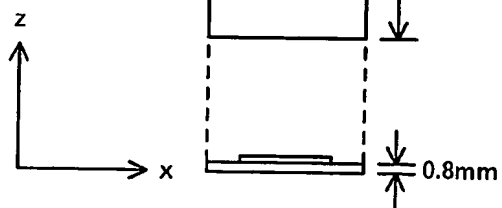


FIG.35B

23/31

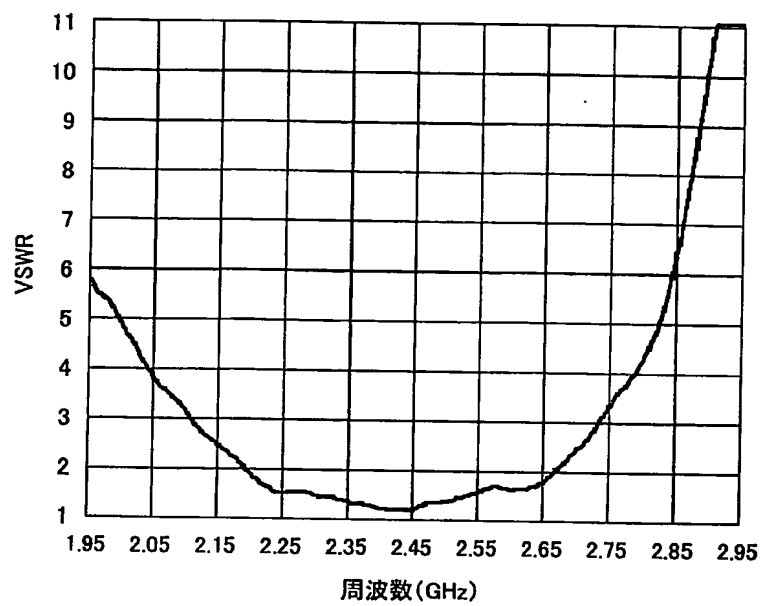


FIG.36

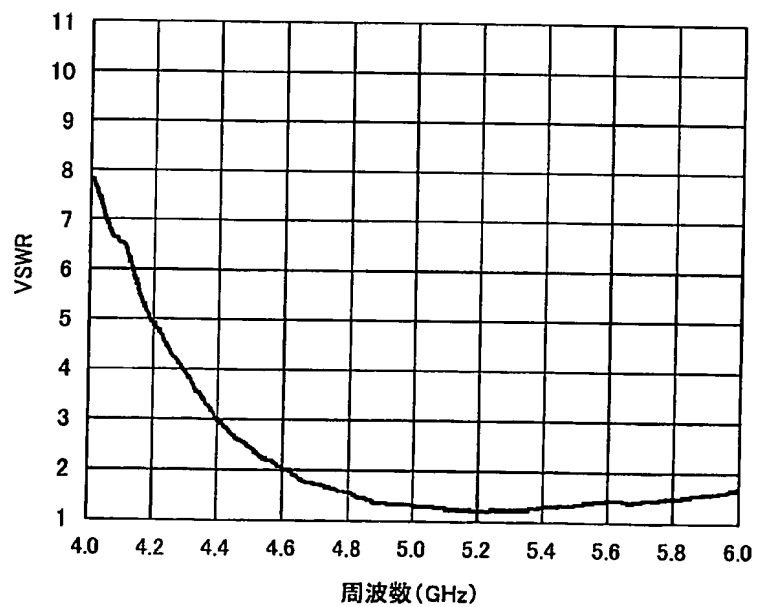


FIG.37

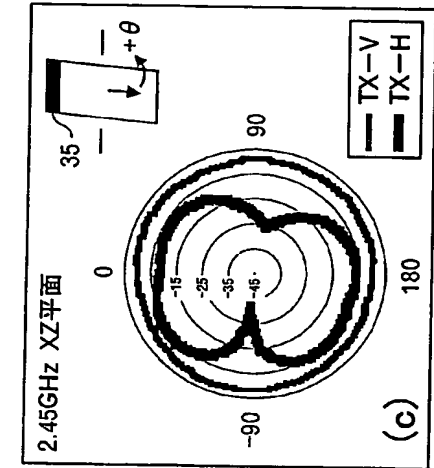


FIG.38C

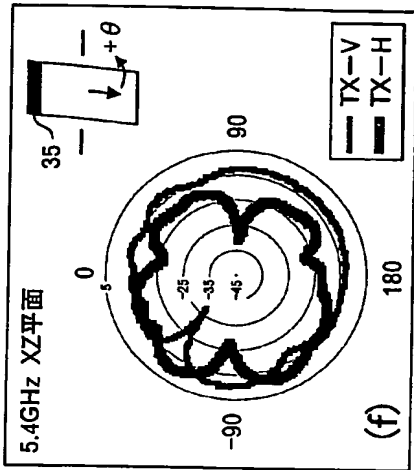


FIG.38F

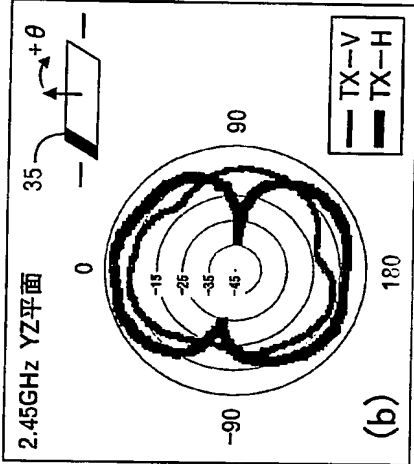


FIG.38B

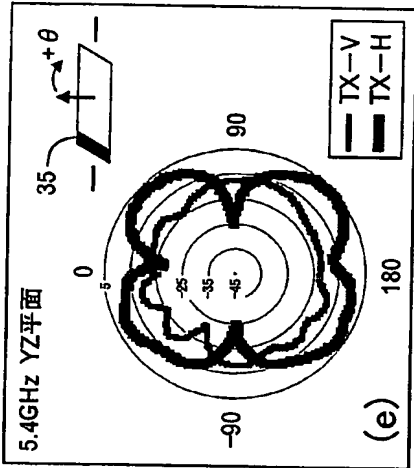


FIG.38E

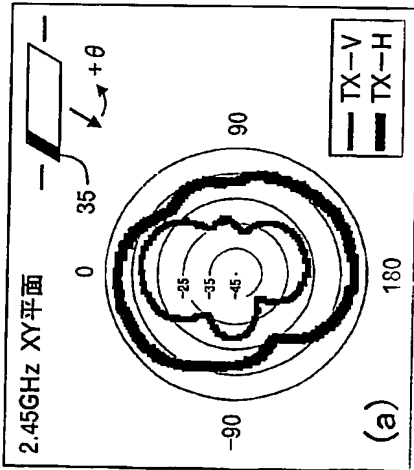


FIG.38A

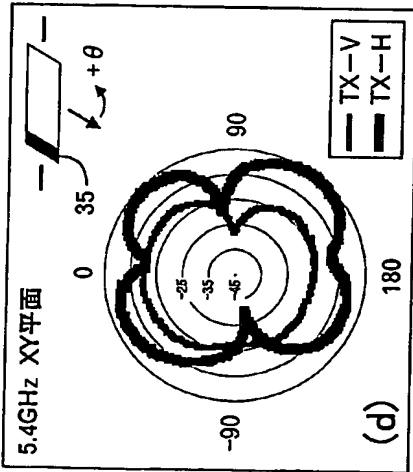


FIG.38D

25/31

FIG.40A

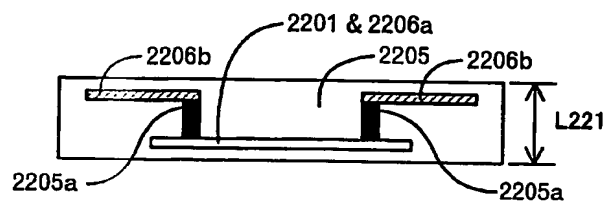


FIG.40B

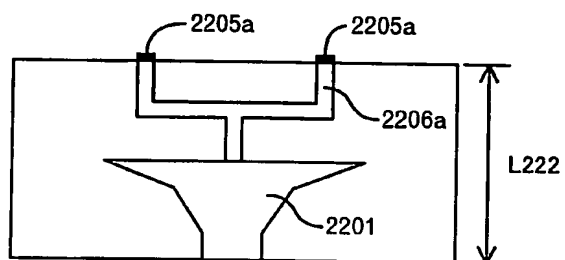
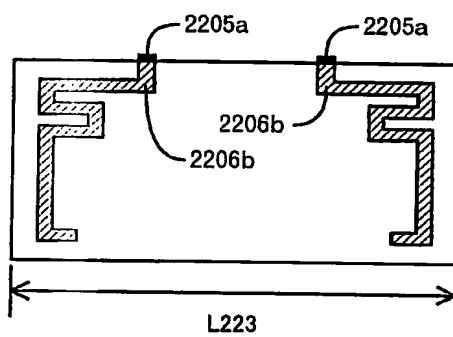


FIG.40C



26/31

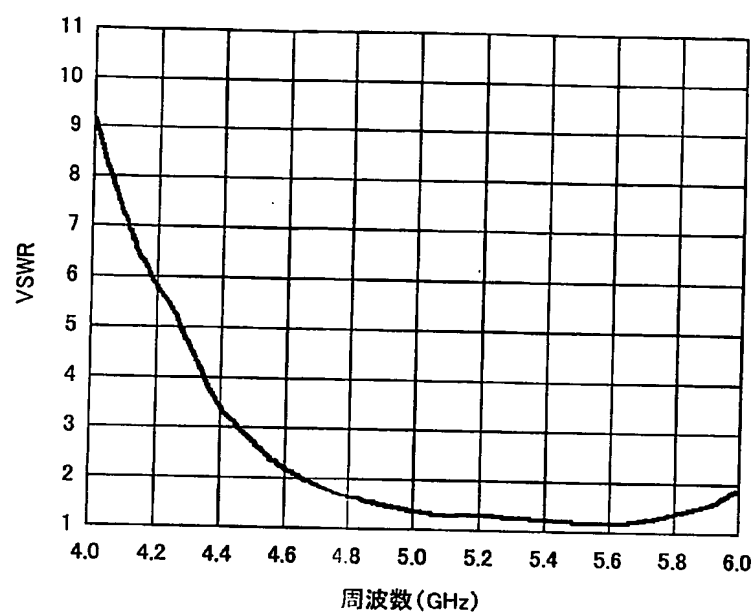


FIG. 41

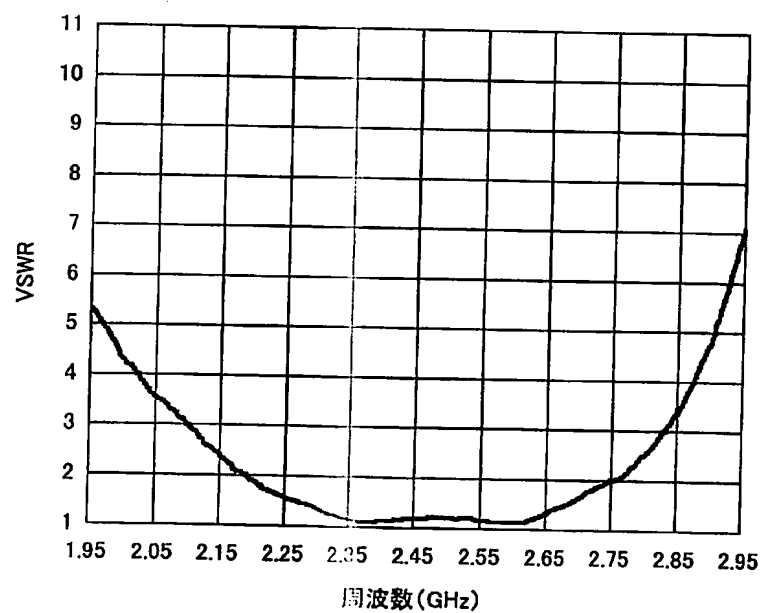
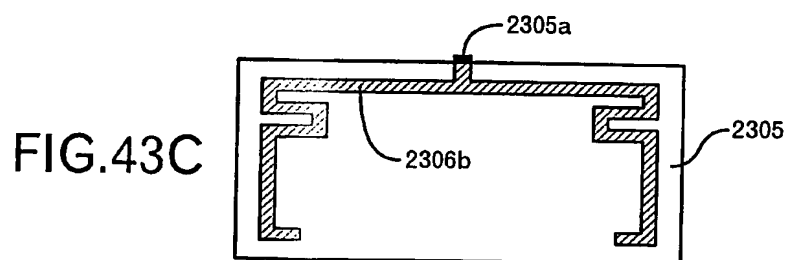
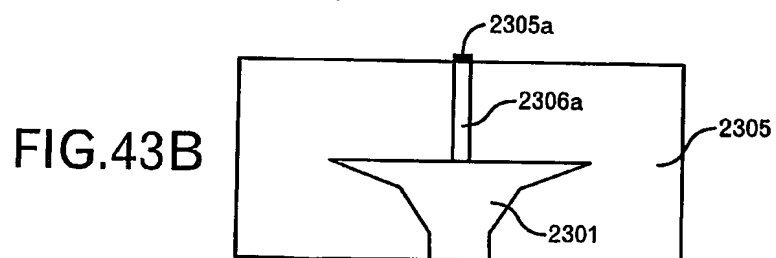
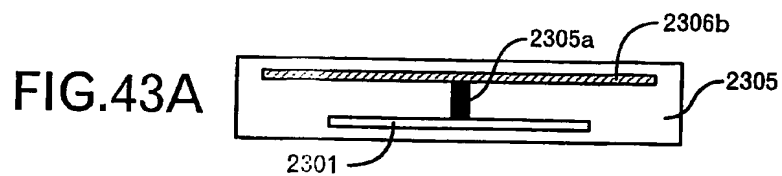
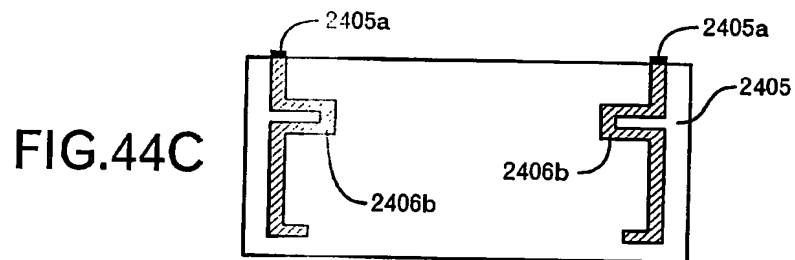
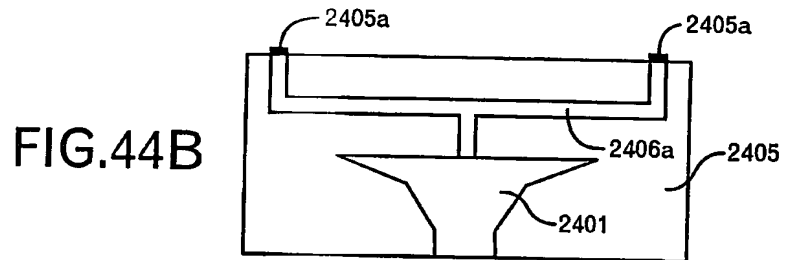
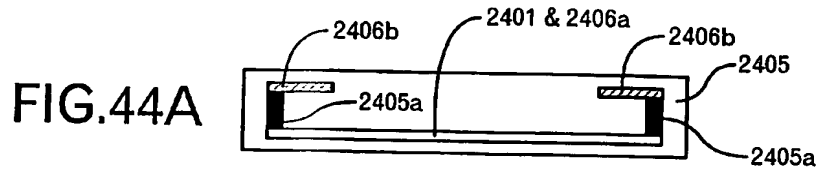


FIG. 42

27/31



28/31



29/31

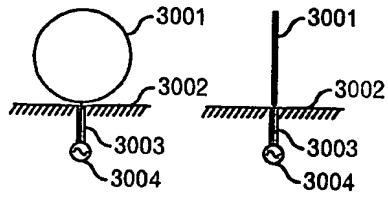


FIG. 45A FIG. 45B

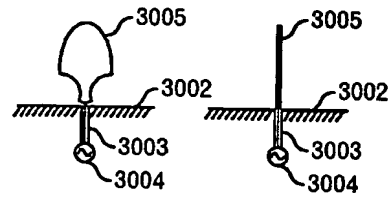


FIG. 45C FIG. 45D

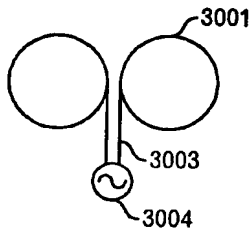


FIG. 45E

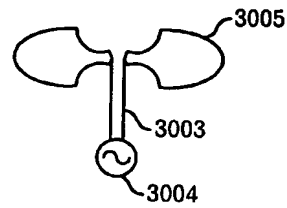


FIG. 45F

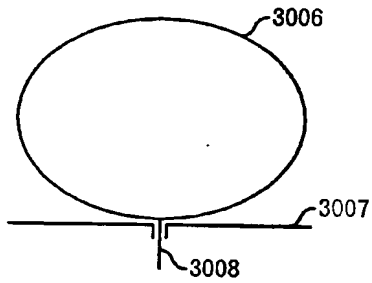


FIG. 45G

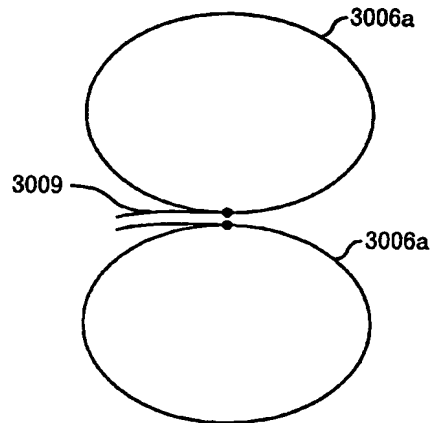


FIG. 45H

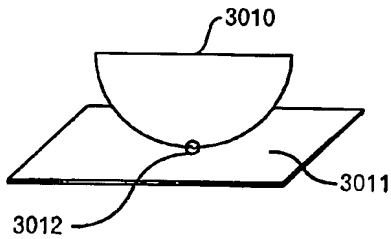


FIG. 45J

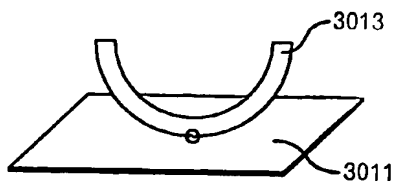


FIG. 45K

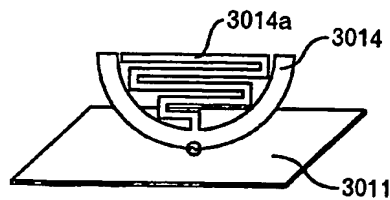


FIG. 45L

30/31

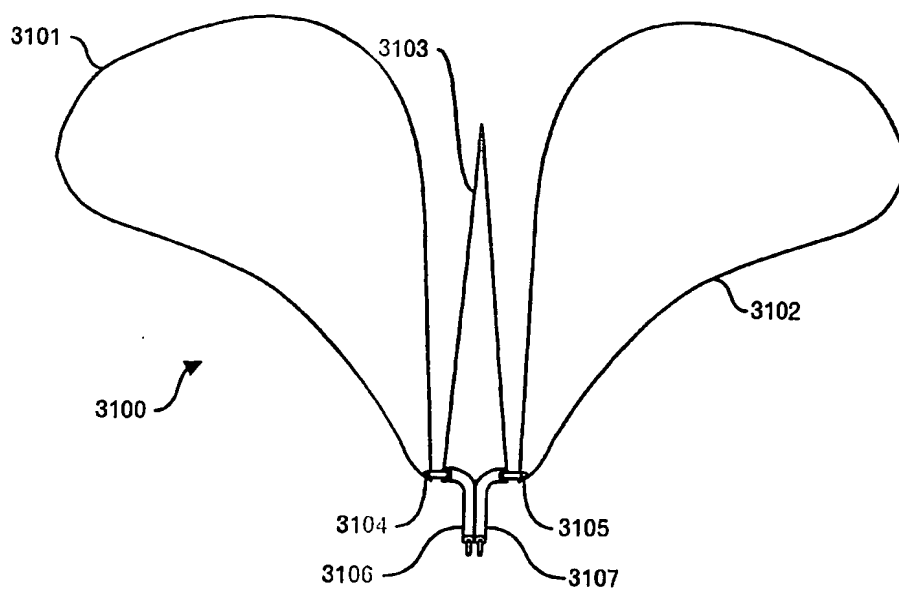


FIG. 46

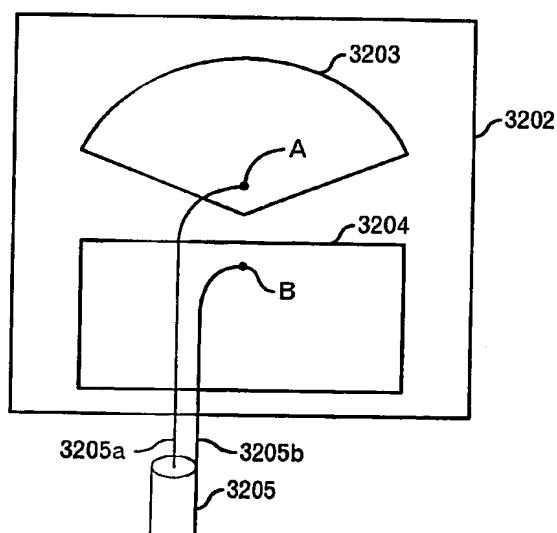


FIG. 47

31/31

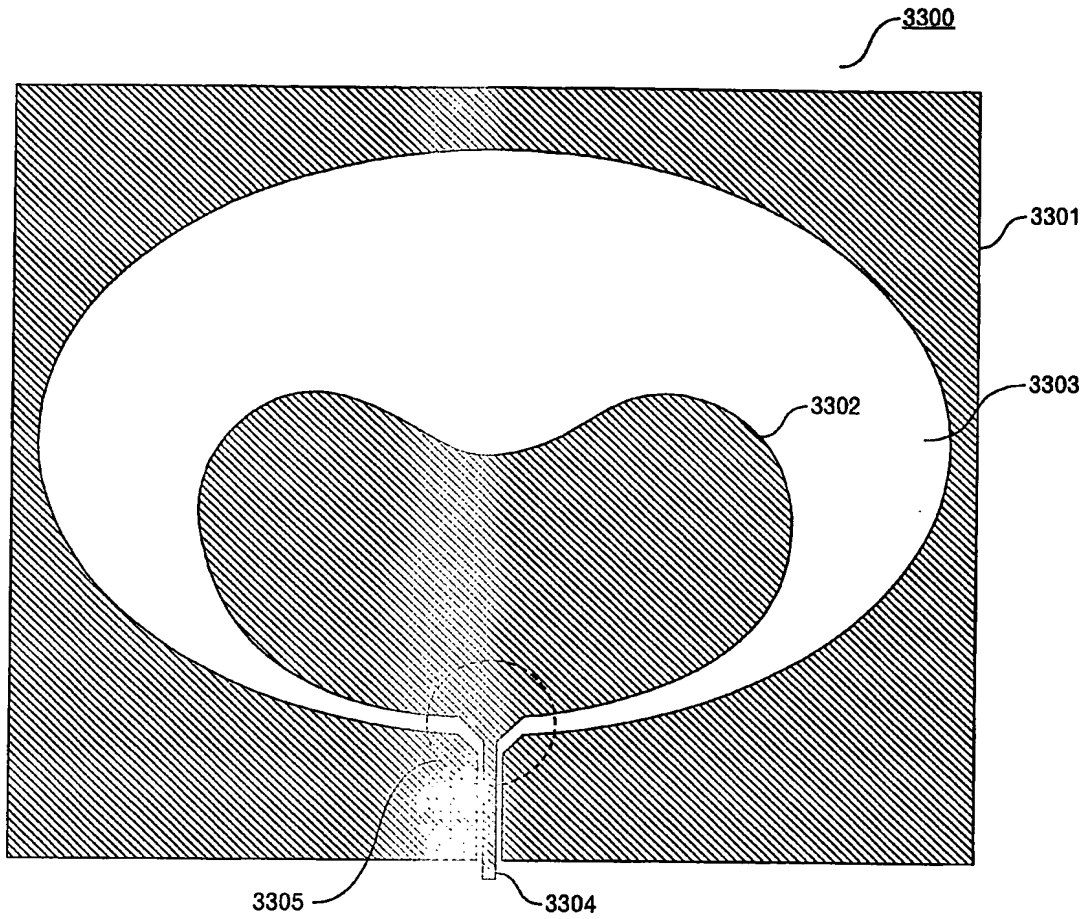


FIG. 48

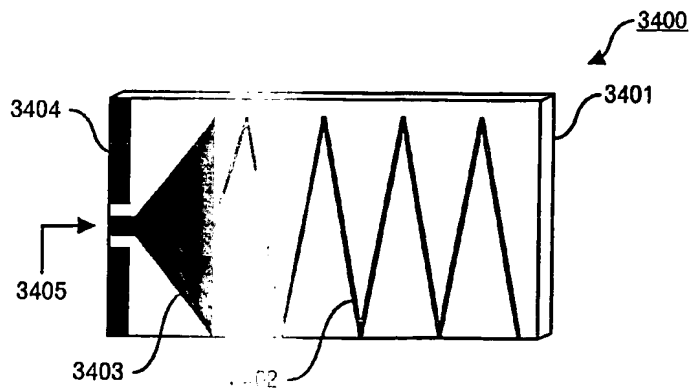


FIG. 49

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/08919

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ H01Q9/38, 1/38, 9/28, 9/18, 1/40, 1/24

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H01Q1/00-21/30

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 09-223921 A (NTT Mobile Communications Network Inc.), 26 August, 1997 (26.08.97), Full text; all drawings	1, 2, 5, 8, 9, 18-21, 30-33, 35-40, 42, 43
Y	& CA 2186186 A1 & EP 766343 A2 & CN 1151621 A & US 5872546 A & KR 211229 B & EP 1249893 A2	3, 4, 6, 7, 10, 16, 22-29, 34, 41, 44-48, 52-56, 60, 61
Y	JP 2002-190706 A (The Furukawa Electric Co., Ltd., Sony Corp.), 05 July, 2002 (05.07.02), Full text; all drawings & JP 2002-124812 A & EP 1198027 A1 & CN 1348234 A	3, 10, 23-27, 52-56, 60, 61

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.
 ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
18 September, 2003 (18.09.03)Date of mailing of the international search report
30 September, 2003 (30.09.03)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/08919

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 3008389 U (Yugen Kaisha Kamikawa Seisakusho), 21 December, 1994 (21.12.94), Full text; all drawings (Family: none)	11-14 4, 6, 10, 15-17, 24
X	JP 2001-156532 A (Toshiba Corp.), 08 June, 2001 (08.06.01), Par. Nos. [0016] to [0020]; Fig. 1 (Family: none)	11-13
Y	JP 2001-203529 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 27 July, 2001 (27.07.01), Par. No. [0037]; Figs. 1 to 3 (Family: none)	17
Y	JP 2002-319811 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 31 October, 2002 (31.10.02), Full text; all drawings (Family: none)	22-24, 34
Y	JP 11-27026 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 29 January, 1999 (29.01.99), Full text; all drawings (Family: none)	27-29
Y	CD-ROM of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 38911/1991 (Laid-open No. 76109/1993) (Asahi Glass Co., Ltd.), 15 October, 1993 (15.10.93), Full text; all drawings (Family: none)	41, 44-48
A	JP 2001-217632 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 10 August, 2001 (10.08.01), Full text; all drawings (Family: none)	49-51, 57-59

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/08919

Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The technical feature common to claims 1-61 relates to "an antenna comprising a plane element". However, the search has revealed that "the antenna comprising a plane element" is not novel since it is disclosed in JP 09-223921 A (NTT Mobile Communications Network Inc.) 26 August, 1997 (26.08.97), Fig. 2.

As a result, "the antenna comprising a plane element" makes not contribution over the prior art and this common technical feature (the antenna comprising a plane element) cannot be a special technical feature within the meaning of PCT Rule 13.2, second sentence.

(continued to extra sheet)

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/08919

Continuation of Box No.II of continuation of first sheet(1)

Since there exists no other common feature which can be considered as a special technical feature within the meaning of PCT Rule 13.2, second sentence, no technical relationship within the meaning of PCT Rule 13 between the different inventions can be seen.

Consequently, it is obvious that claims 1-61 do not satisfy the requirement of unity of invention.